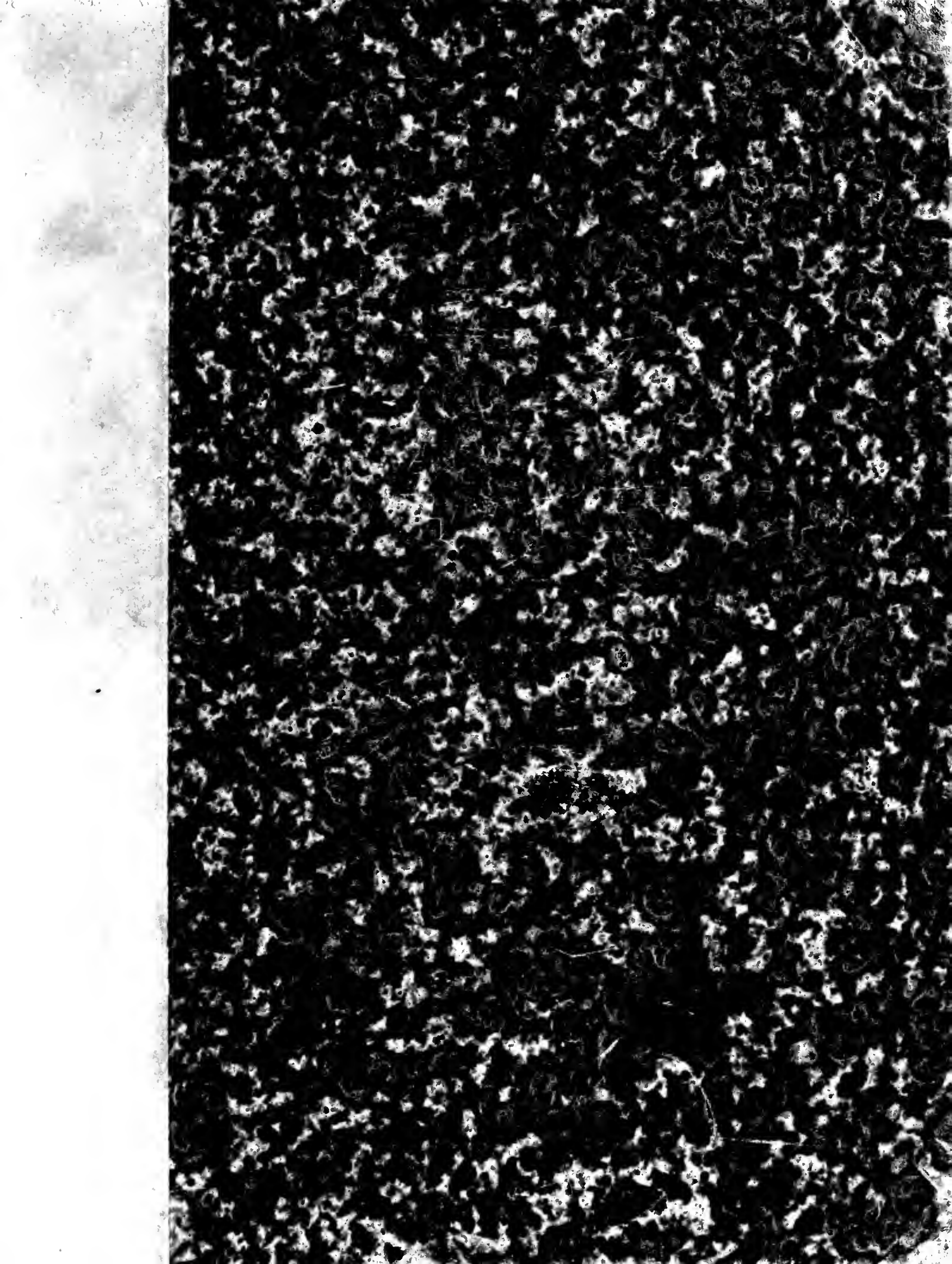
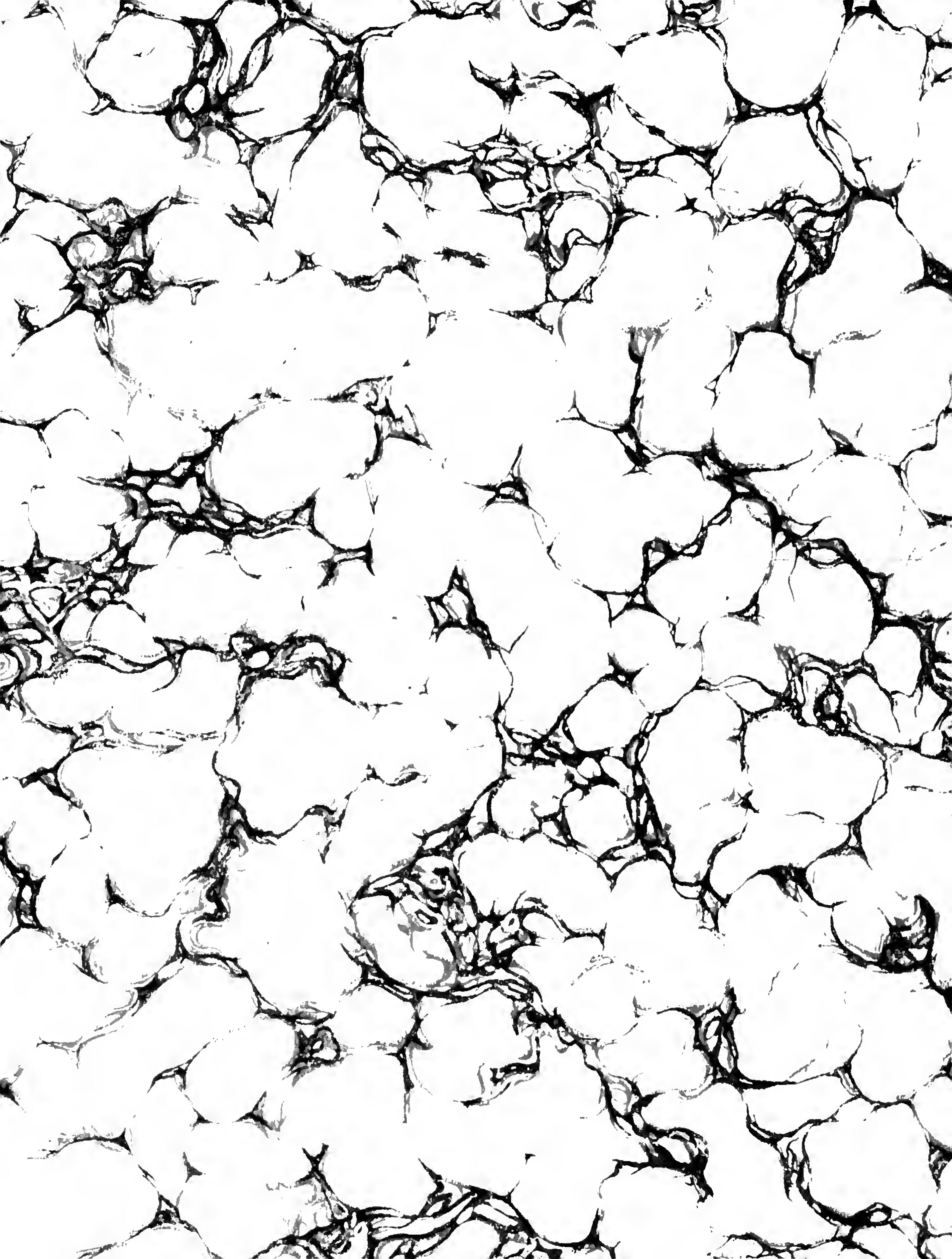
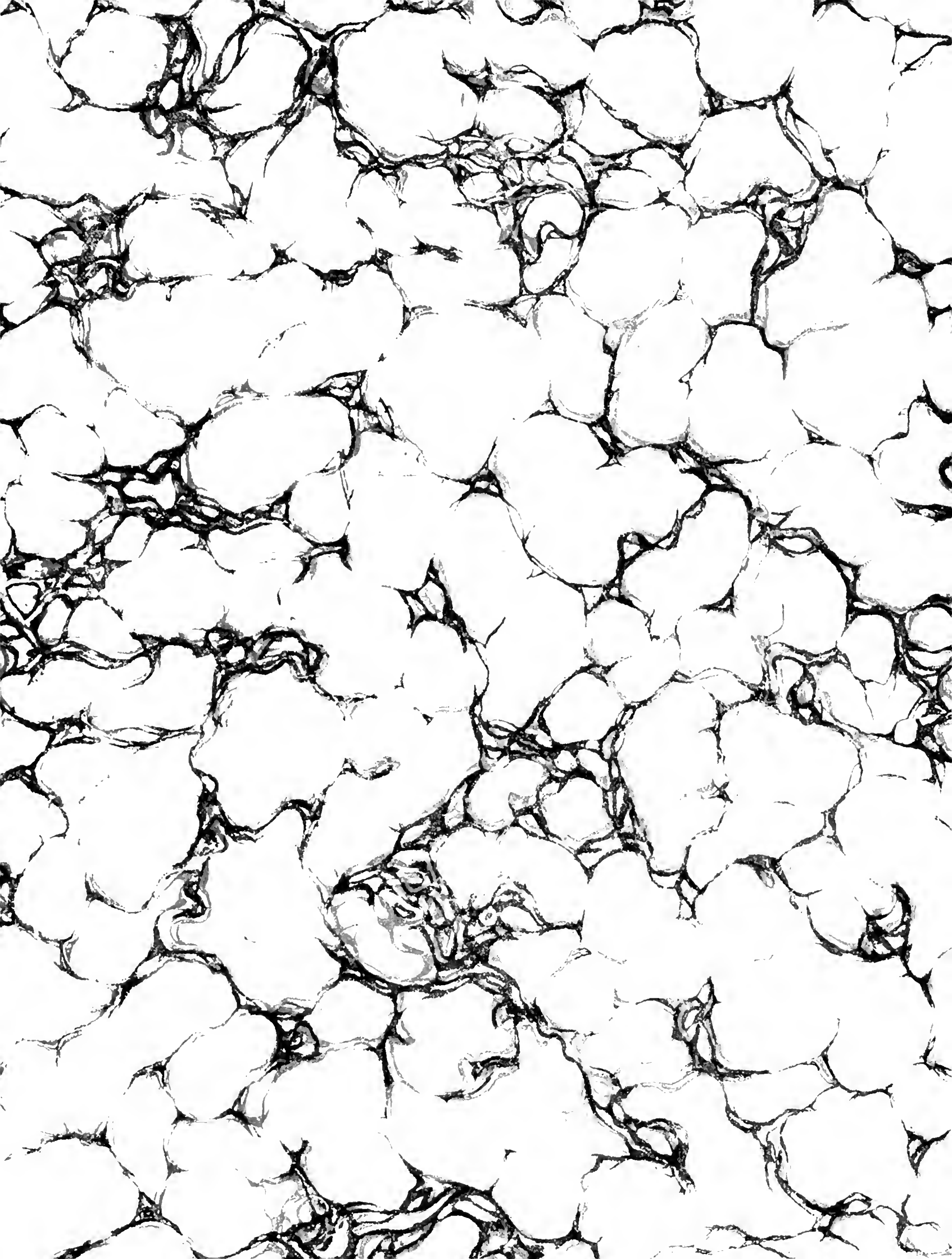






COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

EN DATE DU 13 JUILLET 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT QUARANTE-SEPTIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1908.

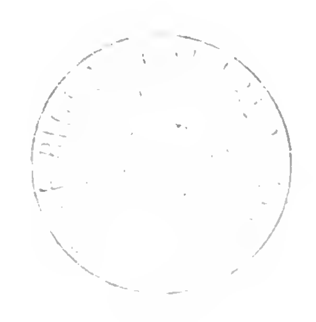
PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1908



ACADÉMIE DES SCIENCES

SÉANCE DU LUNDI 6 JUILLET 1908.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse une ampliation du décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Henri Becquerel*, pour occuper le poste de Secrétaire perpétuel pour les Sciences physiques, vacant par suite du décès de M. *A. de Lapparent*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. Henri Becquerel prend place au Bureau de l'Académie.

M. **Henri Becquerel**, en prenant place au Bureau comme Secrétaire perpétuel, adresse ses remercîments à l'Académie.

PHILOSOPHIE DES SCIENCES. — *Sur une hypothèse fondamentale, implicitement admise dans notre enseignement classique de l'Astronomie.* Note de M. **J. Boussinesq.**

I. Il ne me paraît pas que les auteurs des Cours d'Astronomie aient remarqué le rôle capital conservé encore implicitement, dans notre enseignement de cette Science, par l'antique double hypothèse de la *circularité* et de l'*uniformité* des mouvements planétaires, du moins sous la forme élargie qui consiste à admettre pour toute planète, dans son mouvement par rapport au

Soleil, une trajectoire *fermée* et décrite *périodiquement*. Cette double hypothèse était évidemment indispensable, pour obtenir une représentation un peu précise, aux anciens qui, sans elle, faute de pouvoir apprécier à l'œil nu les changements du diamètre apparent d'une planète, n'auraient su où la situer, à chaque instant, le long du rayon visuel suivant lequel ils la percevaient. Mais, même pour nous armés d'instruments perfectionnés, et ceux-ci fussent-ils en état de nous renseigner exactement sur les diamètres apparents successifs de chaque planète ou, par suite, sur les variations relatives de son rayon vecteur émané de notre œil, le diamètre effectif (censé invariable) de l'astre reste inconnu et laisse indéterminé le rayon vecteur de la planète à l'époque choisie comme origine des temps. Or, exception faite pour la Lune, l'Astronomie attribue à ce rayon vecteur initial, *par pure hypothèse*, une valeur qui, amenant au voisinage du Soleil la situation *moyenne* de la planète, fait effectuer à celle-ci ses mouvements, *par rapport au Soleil*, dans une orbite *fermée* et *périodiquement*; de manière que la vitesse de l'astre, après une révolution, redevienne la même en chaque point de l'orbite.

Il se trouve que, pour toute planète, une telle orbite, parcourue ainsi périodiquement, et qui est une ellipse avec le Soleil pour foyer, décrite conformément à la loi des aires, existe à fort peu près, *en tant que possible*, durant les intervalles de temps qui ne comprennent pas un nombre trop grand de révolutions, ou abstraction faite des perturbations dues aux actions mutuelles des planètes. Or cette circonstance, de la double possibilité d'une orbite fermée (et même plane) décrite périodiquement, constitue une simplification du problème tellement capitale, tellement saisissante pour la raison, que l'intelligence y voit d'instinct un caractère moralement certain de réalité, et qu'elle accepte l'orbite en question comme orbite vraie, ou le rayon vecteur initial et le diamètre qui y conduisent, comme étant les rayon vecteur et diamètre effectifs de l'astre.

C'est également le principe de simplicité qui nous fait admettre à notre insu deux autres hypothèses, plus naturelles encore, et indispensables. Je veux dire, en premier lieu, la localisation de toute planète suivant la direction où elle nous paraît être (à part les légères déviations de sa lumière attribuables, dans chaque plan vertical, à l'atmosphère terrestre); en deuxième lieu, l'invariabilité des dimensions, spécialement pour le Soleil, dont les variations apparentes de grandeur nous renseignent, par suite, sur la forme de l'orbite terrestre.

II. Les quelques mesures de parallaxes résultant de la comparaison des observations effectuées simultanément *de divers points de notre globe* n'ont

pu, par elles-mêmes, suppléer à aucune des précédentes suppositions; car on n'en a déduit, jusqu'ici, les distances mutuelles des divers corps du système solaire, comparativement au rayon de la Terre, qu'en s'appuyant sur la connaissance préalable de leurs rapports, c'est-à-dire sur la forme du système à chaque instant, *censée déjà déterminée*.

Toutefois, de précieux contrôles de la distance de la Terre au Soleil ainsi obtenue sont fournis : 1° par la concordance de la vitesse de la lumière qu'ont mesurée les physiciens sur notre globe et de la vitesse avec laquelle les rayons venus des satellites de Jupiter parcourent un diamètre de l'orbite terrestre, double de cette distance; 2° par le rapport (qui se déduit encore de celle-ci) de la vitesse de la Terre dans son orbite à celle même de la lumière, trouvé tel que le donne l'observation de l'aberration annuelle des étoiles fixes. Mais l'explication de ces phénomènes optiques introduit elle-même de nouvelles et assez nombreuses hypothèses, très naturelles il est vrai; de sorte qu'il faut accepter justement le *principe de simplicité* considéré ici, pour voir dans ces concordances des preuves suffisantes de la réalité des explications données. Et l'on pourrait en dire autant, quoique à propos d'hypothèses différentes, de la confirmation de la même valeur pour la distance du Soleil, qui résulte, dans la Mécanique céleste, du calcul de certaines perturbations planétaires, directement observables d'autre part.

Sans doute une extrême vraisemblance, pratiquement équivalente à la certitude, résulte de telles vérifications empruntées à des sources *différentes*, ou dérivant d'inductions suggérées par plusieurs ordres distincts de phénomènes. Mais, mathématiquement, la démonstration reste incomplète; et elle ne cesserait pas de l'être, quand même les vérifications dont il s'agit seraient moins rares et plus précises qu'elles ne le sont en réalité [1]. Car on s'aper-

---

(1) D'ailleurs leur introduction dans l'enseignement classique de l'Astronomie, dès l'exposé même des observations fondamentales sur lesquelles s'édifie la théorie du système solaire, compliquerait et alourdirait trop la démonstration pour qu'il n'y eût pas avantage à recourir encore, du moins dans une première étude, aux deux suppositions d'orbites fermées et décrites périodiquement, sans compter les deux autres hypothèses mentionnées, savoir l'invariabilité, pour chaque astre, de ses dimensions et l'absence, dans les espaces *interplanétaires*, de tout milieu réfringent qui pourrait dévier les rayons lumineux.

Quant à l'absence de tels milieux réfringents dans les espaces *interstellaires*, il ne serait pas indispensable de l'admettre. Car les *points de repère* que nous fournissent les étoiles, pour déterminer les directions dans le ciel, continueraient à exister et à nous rendre le même service, si les rayons lumineux émis par chaque étoile décrivaient,

çoit, en y réfléchissant, qu'elles portent en bloc sur une multitude d'hypothèses, presque instinctives pour la plupart, et qu'on n'a pas même encore dégagées nettement, bien loin qu'on soit en mesure de fixer le degré de confirmation de *chacune* par les constatations d'*ensemble* énumérées.

III. La fermeture de l'orbite des planètes autour du Soleil et la périodicité de leur translation dans cette orbite ont donc été jusqu'ici, en quelque sorte, comme un résidu toujours subsistant, ou *toujours indispensable*, de la double supposition des anciens sur la nature circulaire et uniforme du mouvement des astres, hypothèse qu'il a fallu à plusieurs reprises élargir, à mesure que les observations devenaient plus exactes.

A la vérité, la condition de fermeture de l'orbite déterminant, grâce à des observations assez multipliées faites durant chaque période, toutes les positions de la planète durant cette période, le premier des deux caractères suffirait, si les diamètres apparents pouvaient être obtenus avec une grande précision. Mais, comme il s'en faut de beaucoup qu'on en soit là, l'hypothèse de la périodicité peut, une fois la période déterminée, dispenser de la mesure des diamètres apparents, en permettant de voir de plusieurs points de l'orbite terrestre une planète en un même point de son orbite propre, après une ou plusieurs révolutions, et de construire ainsi des triangles déterminant ce point dans l'espace. C'est ainsi, comme on sait, qu'a procédé Képler pour l'orbite de Mars, la plus excentrique des principales orbites planétaires et qui était, par suite, la plus propre à révéler leur forme elliptique.

IV. En résumé, la moins imparfaite des Mathématiques appliquées, l'Astronomie, n'a pas pu encore, malgré la longue durée, plus de vingt fois séculaire, qu'a demandée son élaboration, se passer d'hypothèses très

---

avant de parvenir dans nos régions, des courbes quelconques au lieu de lignes droites, pourvu que ces courbes affectassent une suffisante fixité et, par suite, en nous atteignant, une orientation invariable.

De fait, le petit pouvoir dispersif des espaces célestes, pour le spectre visible des radiations émises par certaines étoiles à lumière périodiquement et rapidement variable, pouvoir que paraît avoir récemment constaté M. Charles Nordmann (*Comptes rendus*, t. CXLVI, 10 et 24 février 1908, p. 266 et 383), semblerait indiquer la présence d'une matière pondérable transparente, disséminée çà et là, dans des régions étendues de ces espaces. Car l'on hésite à attribuer, s'il existe, ce pouvoir dispersif, *malgré sa petitesse* (quelque chose comme 1 demi-millionième), à l'*éther libre*, qui s'est montré jusqu'ici le type idéal de la simplicité et de l'uniformité dans ses propriétés élastiques, en tant qu'agent de transmission des ondes calorifiques et lumineuses.

simples sans doute, mais nullement évidentes, ni même démontrées en toute rigueur par l'accord de leurs conséquences (vérifiables) avec les faits. Car non seulement la fermeture approchée des orbites et la périodicité du mouvement en leurs divers points ne semblaient pas devoir être, par elles-mêmes, des circonstances inévitables, mais les deux hypothèses, plus naturelles, de rayons lumineux partout rectilignes dans les espaces interplanétaires, et de dimensions constantes pour chaque astre, ne s'offrent pas non plus à l'esprit comme certaines, rien ne prouvant *a priori* que, loin de la Terre, l'espace soit vide de tout milieu réfringent apte à dévier la lumière, ni même que les astres soient incapables de changer rapidement de volume et de forme. Mais il suffit que de telles suppositions nous paraissent compliquées et invraisemblables pour que le bon sens les écarte purement et simplement, en l'absence de faits palpables qui obligeraient à les introduire.

Et il sied à l'astronome de se montrer aussi accommodant que le bon sens, puisque une plus grande exigence de sa part, au lieu de produire plus de lumière, entraînerait des doutes impossibles à lever et empêcherait d'accepter des lois fécondes, belles, utiles, que l'observation n'a jamais démenties.

V. C'est une chose vraiment admirable que la facilité naturelle de l'esprit à accepter les vraisemblances pour des certitudes, sans même se douter de la confusion ainsi produite, tant que l'expérience ne vient pas la mettre en vue. Privés de cette facilité, il nous aurait été impossible d'acquérir les connaissances indispensables à la conservation de notre vie. Et l'on voit que, même dans les études spéculatives, nous n'aurions pu pousser tant soit peu loin l'exploration des idées et des phénomènes, sans l'humble acceptation, au moins provisoire, des simples vraisemblances, tant sont bornées nos lumières et imparfaits nos moyens de connaître.

Le principe de simplicité suffit au bon sens, dans bien des cas essentiels, pour exclure toute possibilité sérieuse d'erreur et produire en nous le sentiment de la certitude. Ce principe se confond alors avec celui même d'*économie* ou de *moindre effort*, en tant que nous appliquerions ce dernier à nous-mêmes, à notre propre action, puisqu'il faut d'autant moins de peine à notre intelligence, pour saisir et retenir les faits et les idées, que nous les concevons plus simples.

Seul, l'esprit critique, aiguisé et mis en défiance par la constatation des multiples erreurs échappées à la précipitation de nos jugements, souffre d'avoir à se contenter de preuves aussi peu rigoureuses. Et il est cependant

obligé de le faire pour les assertions fondamentales que ne dément pas une longue expérience. En effet, s'il ne se résignait pas humblement à les accepter malgré les difficultés qui y subsistent, son attitude équivaudrait à refuser la seule lumière que comporte notre nature; et il arriverait bientôt à un aveuglement total, aucune base pour ses raisonnements, aucun principe à sa portée, n'étant assez indépendant des points douteux pour n'être pas ébranlé plus ou moins par l'incertitude dont ceux-ci sont atteints.

C'est surtout du côté des *principes* que l'homme de science et le philosophe doivent se résigner à ne fouiller qu'avec une discrétion, une délicatesse de touche extrêmes; car il n'y a pas, je crois, d'exemple que le raisonnement ait jamais pu y réédifier ce qu'il avait un instant mis en doute.

La tentation est, à la vérité, presque irrésistible, de savoir d'où nous viennent, à la fois, et nos idées claires, et les lueurs inspiratrices confuses, plutôt senties que vues, du milieu desquelles surgissent ces idées, comme émerge jusqu'à la lumière, du sein d'une mer insondable et sans bornes, une île perdue. Mais toutes ces notions, claires ou obscures, ne trouvent sans doute leur unité, leur source commune, qu'à des profondeurs inaccessibles à nos esprits, puisque nos recherches pour l'apercevoir n'aboutissent qu'à nous donner le vertige. Comme on l'a dit sinon en propres termes, du moins à peu près, creuser sous les racines de la Science, c'est l'arracher, et non la cultiver.

VI. Une exploration attentive des bases de nos autres sciences physico-mathématiques fait voir que le rôle du principe de simplicité n'y a pas été moindre qu'en Astronomie. Partout son emploi fréquent s'est trouvé nécessaire pour suppléer à l'imperfection, aux énormes et innombrables lacunes de l'expérience, et pour permettre de formuler des lois, d'unifier le divers sans le fausser. Et partout cet emploi a réussi, au moins dans une large mesure, à manifester la beauté des choses, c'est-à-dire à montrer leur unité profonde, leur étroit enchaînement, au sein d'une variété inépuisable où la distinction n'empêche pas l'harmonie [1].

---

[1] On trouve l'examen détaillé dont il s'agit ici, à partir de la Géométrie où intervient aussi, mais à un tout autre point de vue, le même principe, dans une longue Note en petit texte, complétant (p. 101 à 118) ma *Théorie approchée de l'écoulement en déversoir*, insérée au Tome L des *Mémoires de l'Académie*, et dans les *Additions* qui suivent (p. 121 à 124 et 133 à 134). Cette Note est intitulée : *Complément aux considérations du n° 43* (du Mémoire) *Sur les lois d'économie et de simplicité; importance de ces lois en tant que principes directeurs de l'esprit.*

Or, vu le caractère forcément hypothétique du principe de simplicité, principe en outre peu précis, non quantitatif, mais appréciable au sentiment seul, son application demande de la délicatesse de jugement et un certain esprit de docilité ou, pour ainsi dire, de *foi*, se contentant du degré moyen de lumière suffisant pour appeler la conviction *sans la contraindre*.

PHYSIQUE. — *Sur la triboluminescence des composés racémiques.* Note de M. D. Gernez.

Diverses tentatives ont été faites en vue de trouver une relation entre la constitution moléculaire de certains corps et la propriété qu'ils ont d'émettre, lorsqu'on les brise, de la lumière perceptible à l'œil. Les recherches ont principalement porté sur les matières organiques, par la raison que leur constitution a été l'objet d'études plus avancées que celles qui sont relatives à la structure des corps métalliques.

M. Andreocci (¹) a étudié avec soin, sous ce rapport, un certain nombre de combinaisons nouvelles du groupe santonique. Les faits qu'il a observés l'ont conduit à formuler plusieurs conclusions qui, ne reposant que sur un nombre très limité de faits, ne semblent pas devoir prendre un caractère sérieux de généralité. A l'appui de l'une de ces conclusions, M. Tschugaeff (²) a mis en évidence quelques remarques résultant de la comparaison des composés racémiques avec leurs constituants symétriques : il les a réunis dans le Tableau suivant, dans lequel le signe + indique un corps triboluminescent et le signe — un corps qui ne l'est pas.

	Droit.	Gauche.	Racémique.
Camphoroxime $C^{10}H^{16}AzO$	+	+	—
Sulfhydrate de carvone $C^{10}H^{14}H^2S$	+	+	—
Acide tartrique	+	»	—
Tartrate droit acide de potassium $C^4H^5KO^6$	+	»	—
Chloranilide menth°lique $C^6H^5.CH\langle O-CO / OCH-CH^3$	»	+	—
Acide malique $COOH-CHOH-CH^2-COOH$	»	+	—

(¹) *Gazetta chimica italiana*, t. XXIX, 1899, p. 516.

(²) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XXXIV, 8 juin 1901, p. 1820, et *Société physico-chimique russe*, t. XXXVI, 8 février 1904, p. 1245-1263.

Si l'on considère seulement les camphoroximes et les sulfhydrates de carvone, on voit que les deux antipodes optiques sont triboluminescents et que le racémique qui résulte de leur combinaison à poids égaux ne l'est pas. Tel est le fait que M. Tschugaeff a essayé de généraliser en disant : lorsque les deux constituants sont triboluminescents, le racémique résultant de leur union ne l'est pas. Mais le reste du Tableau qu'il donne à l'appui de cette proposition est incomplet.

Laissons de côté les chloranilides mentholiques et les acides maliques dont les variétés droites n'ont pas été étudiées, et examinons le reste du Tableau.

M. Tschugaeff n'a pas expérimenté sur l'acide tartrique gauche; l'acide droit est triboluminescent; il n'est pas certain, *a priori*, que le gauche le soit aussi. Je me suis proposé de compléter le Tableau en ce qui concerne les composés tartriques. J'ai profité pour cela de ce que j'avais jadis préparé pour M. Pasteur de l'acide tartrique gauche, en utilisant une provision d'acide racémique qui n'était pas épuisée. Je me suis servi de ce qu'il en restait, après avoir purifié par plusieurs cristallisations successives la matière première et m'être assuré qu'elle ne contenait pas trace d'acide tartrique.

J'ai reconnu que l'acide tartrique gauche, sur lequel M. Tschugaeff ne s'était pas prononcé, est nettement triboluminescent, ce qui vient à l'appui de la remarque suscitée par les observations sur les camphoroximes et les sulfhydrates de carvone.

En ce qui concerne les tartrates acides de potassium, j'ai préparé le sel gauche sur lequel on n'avait pas encore expérimenté et l'ai trouvé triboluminescent. Si je m'en étais rapporté aux indications ci-dessus, où le racémate figure comme n'étant pas triboluminescent, la règle proposée était confirmée par un quatrième exemple. Mais j'ai jugé nécessaire de contrôler, par mes observations personnelles, les indications précédentes : j'ai préparé du racémate acide de potassium et l'ai trouvé triboluminescent, comme ses constituants, contrairement à l'affirmation de M. Tschugaeff, admise plus tard par M. Trautz. La règle proposée se trouve donc en défaut en ce qui concerne les tartrates acides de potassium.

En poursuivant cette étude j'ai préparé le racémate neutre de potassium et j'ai constaté qu'il n'est pas triboluminescent. Or, j'ai indiqué antérieurement que le tartrate neutre droit l'est; de plus, l'expérience m'a montré qu'il en est de même du tartrate neutre gauche : c'est donc un nouvel exemple à ajouter aux trois autres en faveur de la proposition de M. Tschu-

gaeff. De plus, j'ai trouvé un cinquième groupe de trois corps se comportant de la même manière : le racémate neutre d'ammonium qui n'est pas triboluminescent, tandis que les tartrates neutres d'ammonium droit et gauche le sont tous deux.

Enfin j'ai rencontré un sixième groupe dans lequel les deux constituants peuvent être considérés pour des positions particulières, dans la molécule, des deux métaux qu'ils contiennent comme formant par leur combinaison un racémique : ce sont les tartrates droit et gauche de potassium et sodium, tous deux triboluminescents, susceptibles de donner par leur union le racémate double de ces deux métaux, l'un des sels de Scacchi, que je n'ai pas trouvé triboluminescent. Je n'ai pas réussi à obtenir d'autres groupes confirmant la proposition de M. Tschugaeff.

I. Racémates métalliques. — Les racémates métalliques, dont la constitution se rapproche le plus de celle de l'acide racémique, sont les racémates neutres : les deux atomes d'hydrogène des groupements acides y sont, en effet, tous deux remplacés par deux atomes du même métal.

1° *Racémates neutres.* — J'ai préparé les racémates neutres de lithium, de rubidium, de sodium et de thallium, et les ai trouvés tous triboluminescents. J'ai préparé aussi les tartrates neutres droit et gauche de chacun de ces métaux, et voici le résultat des expériences.

Les tartrates neutres droit et gauche de lithium n'ont pu être obtenus que sous forme d'une masse pulvérulente dont les grains n'apparaissaient cristallisés qu'au microscope. Le frottement de cette poudre n'a pas donné de lumière perceptible, d'où il résulte que le composé racémique est triboluminescent et que ses constituants ne le sont pas.

Le tartrate neutre droit de rubidium est très nettement triboluminescent; les cristaux peu abondants de tartrate gauche que j'ai obtenus n'étaient pas triboluminescents. Dans ce cas le racémique est triboluminescent, ainsi qu'un seul de ses constituants.

Quant aux tartrates neutres droits et gauches de sodium et de thallium, ils ont été tous triboluminescents, comme les racémates de ces métaux.

2° *Racémates acides.* — J'ai préparé les racémates acides d'ammonium, de potassium, de rubidium, de sodium et de thallium, et les ai trouvés tous triboluminescents. J'ai obtenu par les procédés ordinaires leurs constituants respectifs droits et gauches, et les cristaux de tous ces corps ont émis de la lumière lorsqu'ils ont été brisés.

3° *Racémates doubles.* — J'ai utilisé ce qui me restait de matières pre-

mières pour préparer un certain nombre de racémates qui n'avaient pas encore été étudiés à ce point de vue.

Ce sont les racémates d'ammonium et lithium, d'antimonyle et potassium, de cæsium et lithium, de lithium et potassium, de lithium et rubidium ([1]), de lithium et sodium, de lithium et thallium, de rubidium et sodium et de sodium et thallium.

Tous ces corps sont triboluminescents; il en est de même des tartrates droits (les seuls que j'ai préparés) correspondant à quelques-uns d'entre eux et qui sont les tartrates droits d'antimonyle et potassium, de lithium et rubidium, de lithium et thallium et de sodium et thallium.

II. Racémates de bases organiques. — Pour compléter cette étude, j'ai jugé à propos de préparer les racémates et les tartrates de quelques bases organiques.

M. Tschugaeff avait reconnu que le tartrate neutre droit de quinine est triboluminescent; j'ai préparé le tartrate neutre gauche et le racémate neutre de cette base en dissolvant dans l'alcool à 96 pour 100 les poids d'acide et de base nécessaires à une réaction complète, et j'ai obtenu des cristaux qui, après refroidissement de la solution et évaporation de l'alcool, ont été très brillamment triboluminescents, comme le sulfate droit de quinine.

De même j'ai préparé le racémate acide de cinchonine en dissolvant dans l'eau chaude de l'acide racémique et y ajoutant le poids de cinchonine strictement nécessaire pour obtenir le sel acide. Il se produit, par refroidissement, des cristaux qu'on fait de nouveau cristalliser pour les purifier et qui, après dessiccation, sont triboluminescents à la rupture.

En procédant de la même manière avec les acides tartriques droit et gauche, j'ai obtenu de beaux cristaux nacrés en étoiles rayonnées qui, après dessiccation, étaient triboluminescents.

Pour varier les expériences, j'ai préparé avec la strychnine d'abord le racémate acide, comme ci-dessus, et j'ai obtenu des cristaux triboluminescents. Les tartrates acides droit et gauche de strychnine obtenus d'une manière analogue ont été aussi triboluminescents. J'ai transformé ces trois composés en sels neutres en leur ajoutant les poids de strychnine égaux à

([1]) La luminescence très brillante de ce sel double a été signalée pour la première fois par M. Wyrouboff (*Bulletin de la Société minéralogique de France*, t. VI, p. 61). Elle n'est pas fugitive, comme on le pensait alors : les cristaux que je conserve depuis plusieurs années ont conservé leurs propriétés initiales.

ceux qu'ils contenaient et les divers cristaux obtenus étaient tous triboluminescents.

Enfin j'ai opéré sur la brucine en faisant d'abord directement les trois sels neutres : racémate, tartrate droit et tartrate gauche, puis, directement encore, les trois sels acides, et tous ces six composés ont été manifestement triboluminescents.

Je crois pouvoir conclure de toutes ces expériences qu'il ne paraît pas y avoir de relation générale de cause à effet entre la triboluminescence des corps et leur constitution dissymétrique ou symétrique.

ASTRONOMIE. — *L'éclipse de Soleil du 28 juin 1908 à l'Observatoire de Lyon.* Note de M. **Ch. André**.

Jusqu'à 10 minutes avant la sortie le ciel a été beau, mais les images ont gêné l'observation du dernier contact.

Voici les résultats obtenus :

1° *Observation des contacts.* — Les heures sont données en temps moyen de Paris.

Observateurs.	Instruments.	Entrée.	Sortie.
M. Luizet......	Équatorial coudé (0^m,15, gr. = 365)	5^h.23^m.47^s	6^h.27^m.22^s
M. Guillaume..	» Brunner (0,18, gr. = 100)	5.23.50	6.27.16
M. Merlin......	» Gautier (0,18, gr. = 110)	5.23.53	6.27.4

MM. Guillaume et Merlin observaient par projection et M. Luizet directement.

2° *Mesures de cordes et d'angles de position.* — En ce qui concerne les mesures de cordes et de leurs angles de position, les résultats sont très satisfaisants.

M. Luizet	en a obtenu...........	81
M. Guillaume	»	132
M. Merlin	»	52

Toutes ces mesures seront réduites et combinées entre elles d'après la méthode que nous avons suivie pour l'éclipse totale de 1905; les résultats de cette discussion seront communiqués à l'Académie.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des oxydes métalliques sur les alcools primaires (cas des oxydes réductibles).* Note de MM. **Paul Sabatier** et **A. Mailhe.**

Ainsi que nous l'avons indiqué dans une récente Note, beaucoup d'oxydes métalliques agissent au-dessous de 400° sur les alcools primaires qu'ils oxydent, et sont eux-mêmes réduits soit à l'état de métal, soit à l'état d'oxydes inférieurs.

1° Le cas le plus simple est celui où l'oxydation se borne à une formation d'eau et d'aldéhyde, sans qu'il y ait oxydation consécutive de cette dernière, et aussi sans que la matière qui provient de la réduction exerce aucune décomposition catalytique sur l'alcool. C'est ce qui a lieu avec les oxydes d'antimoine Sb^2O^5 ou Sb^2O^3, ainsi qu'avec l'oxyde de bismuth Bi^2O^3; qui, à 360°, sont ramenés peu à peu à l'état métallique par les vapeurs d'alcool éthylique : il n'y a aucun dégagement gazeux ni aucune formation d'acide. Les poudres semi-métalliques qui résultent de la réduction incomplète ne possèdent à 360° aucun pouvoir catalyseur appréciable.

2° Une plus grande facilité dans la réduction de l'oxyde a comme conséquence l'oxydation partielle de l'aldéhyde, qui tend à donner soit l'acide forménique correspondant, soit de l'eau et de l'anhydride carbonique.

Ainsi l'oxyde mercurique HgO est, dès 150°, réduit par les vapeurs d'alcool éthylique : il y a production d'éthanal, mais surtout dégagement abondant d'anhydride carbonique. Nous n'avons constaté aucune formation d'acide acétique, même à 250°. Le mercure qui prend naissance ne jouit d'ailleurs d'aucune aptitude catalysante : aussi l'action sur l'alcool cesse quand il ne reste plus d'oxyde à réduire.

Le bioxyde de manganèse MnO^2, agissant sur les vapeurs d'éthanol vers 200°, les transforme en aldéhyde sans dégagement de gaz, et se change en sesquioxyde brun stable à cette température. En opérant de même vers 250°, on atteint le sesquioxyde, mais la production d'aldéhyde est accompagnée d'un dégagement gazeux d'anhydride carbonique, et il y a formation d'acide acétique.

3° Le plus souvent, la réaction ne tarde pas à être modifiée très profondément dans son allure, parce que le métal ou l'oxyde inférieur qui proviennent de la réduction jouissent de la propriété de décomposer catalytiquement les alcools primaires à la température où l'on opère; par suite, cette décomposition catalytique vient se superposer à la première réaction, et son importance va sans cesse en augmentant.

C'est ainsi qu'avec l'alcool éthylique vers 350°, les oxydes de nickel NiO, de cobalt CoO, les divers oxydes de plomb PbO^2, Pb^3O^4, PbO, les oxydes cuivreux Cu^2O et cuivrique CuO sont rapidement ramenés à l'état de métal divisé, qui constitue un catalyseur plus ou moins apte à dédoubler les alcools en aldéhydes et hydrogène. On voit donc que l'action de l'oxyde sur l'alcool fournira, en même temps que de l'aldéhyde et de l'anhydride carbonique, des proportions de plus en plus grandes d'hydrogène.

Il n'y a d'abord pas de formation d'acide acétique dans le cas des oxydes de cuivre; il s'en produit, au contraire, avec les oxydes de nickel ou de plomb.

Le sesquioxyde de manganèse est réduit à 350° par les vapeurs d'éthanol, avec production d'aldéhyde et d'anhydride carbonique, et se change peu à peu en oxyde manganeux vert pâle MnO, qui, dès cette température, dédouble les alcools à la manière des métaux en hydrogène et aldéhyde.

L'anhydride tungstique jaune TuO^3 est réduit facilement à 350° par les vapeurs d'alcool éthylique : il y a dégagement d'anhydride carbonique, formation d'éthanal et d'acide acétique, et l'on obtient un oxyde bleu de composition intermédiaire entre TuO^2 et TuO^3, qui ne se modifie plus, mais qui constitue vis-à-vis des alcools un catalyseur énergique de déshydratation; par suite, on observe un dégagement d'éthylène de plus en plus abondant, et qui devient à peu près constant quand il ne demeure plus d'anhydride tungstique.

De la même façon, certains oxydes réduits par les vapeurs d'alcools fournissent des oxydes inférieurs irréductibles, qui sont des catalyseurs mixtes, superposant les deux réactions de décomposition, déshydrogénation et déshydratation.

L'oxyde uranique jaune orangé UO^3, chauffé vers 340° dans les vapeurs d'éthanol, fournit de l'aldéhyde et de l'anhydride carbonique, et se transforme en uranyle noir UO^2, qui est catalyseur mixte et fournit à la fois de l'aldéhyde et de l'hydrogène, de l'éthylène et de l'eau.

L'oxyde vanadique jaune d'ocre V^2O^5 conduit dans les mêmes conditions, avec formation d'anhydride carbonique, d'éthanal et d'acide acétique, à l'oxyde noir V^2O^3, qui n'est plus modifié et qui constitue, lui aussi, un catalyseur mixte. Dans ce cas, comme dans ceux qui précèdent, le terme de la réduction est indiqué par la disparition de l'anhydride carbonique dans les gaz dégagés.

4° Parmi les oxydes réductibles par les alcools, il en est plusieurs qui sont capables d'exercer sur ces derniers une décomposition catalytique. Celle-ci se produit tant qu'il reste de l'oxyde primitif; elle est difficile à apercevoir si sa réduction est très rapide; au contraire, elle est très manifeste quand l'oxyde n'est réduit qu'avec lenteur.

L'oxyde ferrique Fe^2O^3 est, à la manière de l'alumine, un catalyseur de déshydratation; par suite, soumis aux vapeurs d'alcool éthylique vers 340°, il fournit de l'éthylène. Mais il est réduit assez vite en oxyde ferreux FeO, puis en fer métallique, qui intervient aussitôt comme catalyseur déshydrogénant, donnant de l'aldéhyde et de l'hydrogène, qui aide à réduire ce qui reste d'oxyde. De là l'allure un peu compliquée de la réaction.

Après quelques minutes de passage, le gaz dégagé contient, pour 100 :

20^{vol}	d'anhydride carbonique,
11	d'éthylène,
69	d'hydrogène.

10 minutes après, la proportion d'éthylène n'est plus que de 6,5 pour 100. Après un nouvel intervalle de 10 minutes, on recueille :

15,5^{vol}	d'anhydride carbonique,
2,0	d'éthylène,
82,5	d'hydrogène.

D'ailleurs l'oxyde ferreux, dans sa réduction lente, ne donne lieu qu'à un dégagement d'hydrogène mêlé d'un peu d'anhydride carbonique sans éthylène.

L'oxyde de cadmium CdO, qui n'est réduit que très lentement à 340° par les vapeurs d'alcool à l'état métallique avec dégagement d'anhydride carbonique, constitue, tant qu'il subsiste, c'est-à-dire très longtemps, un catalyseur assez puissant de dédoublement en aldéhyde et hydrogène.

Il en est de même de l'oxyde stanneux brun SnO, auquel amène rapidement la réduction de l'oxyde stannique SnO^2. Aussi les oxydes stanneux et de cadmium mériteront-ils d'être examinés comme catalyseurs à côté des oxydes irréductibles que nous nous proposons d'étudier dans une prochaine Communication.

M. Darboux fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée : *Les origines, les méthodes et les problèmes de la Géométrie infinitésimale,* Conférence lue à Rome, au palais Corsini, le 7 avril 1908, devant le IVe Congrès des Mathématiciens.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Vice-Président en remplacement de M. *Bouchard* qui passe de droit à la présidence, par suite de l'élection de M. *Henri Becquerel*, Président, aux fonctions de Secrétaire perpétuel pour les Sciences physiques.

Le Vice-Président devra être choisi dans l'une des Sections des Sciences mathématiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 35,

M. Émile Picard réunit l'unanimité des suffrages.

M. **Émile Picard**, ayant réuni l'unanimité des suffrages, est élu Vice-Président de l'Académie.

Sur l'invitation de M. le Président, M. Émile Picard prend place au Bureau.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de deux Membres qui sera chargée de la vérification des comptes de l'année 1907.

MM. **Émile Picard** et **A. Muntz** réunissent l'unanimité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section d'Astronomie, en remplacement de M. *Asaph Hall*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 28,

M. George-E. Hale obtient	. . . .	25 suffrages
M. J.-C. Kapteyn »	. . . .	2 »
Le R. P. Hagen »	. . . .	1 »

M. **George-E. Hale**, ayant réuni la majorité des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES LUS.

HYGIÈNE. — *Batellerie fluviale et santé publique*; par MM. **Chantemesse** et **Pomès**.

I. Lorsqu'une maladie transmissible éclate sur un des innombrables bateaux fluviaux, péniches, chalands, etc., qui sillonnent les canaux de France, personne n'est chargé de s'occuper de la contagion que le marinier sème çà et là, à travers le territoire, et personne ne s'en occupe.

La loi d'hygiène de 1902 a oublié la batellerie fluviale.

Et cependant ces maisons flottantes constituent des types d'habitations insalubres plus dangereuses que tout autres, puisque leur mobilité les soustrait à l'observation et aux mesures de prophylaxie. Dans la transmission des maladies contagieuses, leur rôle est considérable et inapprécié.

Comment a été importée la scarlatine qui pendant tant de mois a ravagé

Paris? On l'ignore. Voici cependant un cas où, à travers les méandres des canaux du nord de la France, la scarlatine a cheminé tranquillement, à l'insu de tous, de Belgique à Paris. La péniche qui portait les malades s'est arrêtée successivement sur plusieurs quais de la grande ville; elle a reçu à son bord, sans que personne se doute de la présence de la maladie, des visiteurs, des ouvriers qui déchargeaient le charbon, des fournisseurs, etc., et son équipage fréquentait un débit de boissons où un enfant n'a pas tardé à être frappé de scarlatine. Quelle a été la conséquence de ce nouveau foyer urbain, nous l'ignorons; nous sommes mieux fixés sur le point de départ de l'importation belge.

Le bateau en question s'appelait *La Vague*. Il était monté par cinq personnes et, au mois de mars dernier, il apportait du charbon de Rouen à Paris. Pendant son voyage il s'était arrêté à l'île Saint-Denis, où séjournent beaucoup de péniches. Ses habitants étaient allés rendre visite à une autre famille de mariniers montant la péniche *Le Vabab* où la scarlatine sévissait. Ce second bateau venait de Béthune, mais il n'avait pas été infecté à son point de départ. Il avait rencontré dans sa course, à Crèvecœur (Oise), un troisième chaland, *La Ligue*, qui portait la scarlatine depuis Charleroi et qui la lui a communiquée.

Dans ce cas comme dans d'autres faits de maladies transmissibles, la scarlatine a pu se répandre clandestinement par la faute des mariniers que la loi n'oblige pas à une déclaration de maladie contagieuse et dont la première préoccupation est d'éviter toute visite administrative.

Pendant le séjour du bateau à Paris, au quai des Grands-Augustins, le médecin appelé a imposé presque la désinfection. On a passé à l'étuve municipale quelques objets de literie; mais dès le lendemain matin, pour se soustraire à toute visite importune, le bateau fuyait et allait s'amarrer plus loin. C'est ainsi que les choses se passent régulièrement dans les habitudes des bateliers fluviaux. Sans discipline hygiénique, sans précautions, sans contrôle, les bateaux se soustraient à l'observation, essaiment en liberté leurs germes virulents et vont plus loin.

II. Il est d'observation certaine que les chalands, surtout quand ils sont anciens, renferment tous des rats qu'ils reçoivent des autres chalands ou qu'ils prennent directement dans les ports. Rouen et Anvers en fournissent beaucoup à la batellerie. Si la peste était importée au Havre par un navire, elle arriverait facilement, grâce aux péniches chargées de rats, à Rouen d'abord et ensuite à Paris; et peut-être pourrait-elle frapper des hommes dans la capitale, alors que sa présence, cantonnée dans le monde souterrain des rats à Rouen, passerait encore inaperçue.

L'un de nous, avec le Dr Borel, a fait connaître le rôle de la batellerie fluviale dans le transport du choléra de la mer Caspienne jusqu'à Berlin et Hambourg en 1905, par le Volga, le Dniéper, le canal de Bug, la Vistule,

l'Oder, la Sprée et l'Elbe. A cette époque, le choléra n'a pas gagné l'Occident parce que le réseau oriental des canaux allemands ne communique pas avec le réseau franco-belge. L'envahissement du réseau occidental allemand par le choléra serait, grâce aux péniches, le signal de l'envahissement de notre propre territoire.

Si le transport du choléra par les bateaux fluviaux est un phénomène rare, la transmission d'autres maladies contagieuses (scarlatine, variole, typhus, fièvre typhoïde, etc.) s'observe beaucoup plus souvent et ne rencontre l'obstacle d'aucune mesure administrative spéciale.

Habitations insalubres où les maladies importées se renforcent et se multiplient, tel est le caractère de ces bateaux.

Il suffit d'en visiter quelques-uns pour se convaincre. Ils présentent d'ordinaire un tonnage brut de 300^t à 400^t et ils portent en moyenne cinq à six personnes : père, mère, trois ou quatre enfants et un pilote. Au logement sont réservées trois cabines, deux très petites à l'avant et à l'arrière pouvant à peine contenir un lit, et une cabine centrale mesurant, dans les grands bateaux, une longueur de $3^m,50$ sur une hauteur de 2^m et une largeur de $5^m,50$. Cet espace exigu contient deux lits où toute la famille prend place; deux chaises, deux armoires, une table. Il sert à la fois de cuisine, de salle à manger, de salle de réunion, de dortoir.

Aux conditions défectueuses d'une telle promiscuité s'ajoute, pour favoriser l'éclosion des maladies, l'action du froid et de l'humidité. On conçoit quel terrain de propagation y rencontre la venue d'une maladie transmissible.

III. Le danger de ces habitations insalubres s'accroît par le fait des périodes de chômage que subit la batellerie chaque année. La principale de ces périodes se montre en été et dure de quelques jours à quelques mois. A ce moment les bateaux s'agglomèrent en divers points et en nombre variable. Aucune règle spéciale ne préside au choix des lieux de chômage et ne permet la préparation de mesures de prophylaxie. Beaucoup s'installent au hasard près des écluses de certains canaux; d'autres se rendent à des stations plus importantes, par exemple à Douai, Béthune, Lille, Valenciennes, Rouen, Pontoise, Conflans. Là les bateaux s'assemblent au nombre de 800 à 1500. Encore ce chiffre varie-t-il chaque année; l'écluse de Pontoise a été presque délaissée en 1908. Quelques-unes de ces stations sont assez fréquentées pour que l'initiative privée y ait créé des écoles spéciales, où les enfants des mariniers ne sont pas en contact avec les enfants indigènes. Telle est l'école de Mlle Fanien, à Pont-Aventin.

On comprend quel terrain fertile les maladies infectieuses rencontrent

dans ces agglomérations. Si certaines municipalités s'occupent de l'hygiène de ces bateliers, la plupart s'en désintéressent et ce qui se passe sur les bateaux est ignoré. Les mariniers redoutent la venue des médecins qui, au nom de l'hygiène, pourraient venir s'immiscer dans leurs affaires. Ils dissimulent leurs maladies et ils deviennent eux-mêmes victimes du sentiment qu'ils ont ressenti et qu'ils inspirent à leur tour. Beaucoup nous ont fait la confidence des difficultés qu'ils éprouvent à trouver un médecin lorsqu'ils en ont besoin. Des bateliers installés à Suresnes ou au Port-à-l'Anglais sont réduits à chercher jusqu'au centre de Paris des médecins qui ont la réputation de venir, quand ils sont mandés, le jour et la nuit à leur bord.

IV. Les faits que nous venons de citer montrent que l'hygiène de la batellerie fluviale se meut en dehors et à côté de la loi de 1902. Cette loi qui a oublié les mariniers des fleuves et des canaux doit revenir vers eux.

Quelques mois nous séparent à peine de l'époque où les grands navires français et étrangers ayant pénétré dans nos ports de commerce, après avoir reçu libre pratique du service de la Santé, se livraient à leurs occupations, indépendants désormais du service de la Santé qui avait prononcé sur eux et du service d'hygiène de la municipalité, qui ne considérait pas ces navires comme des habitations faisant partie de la ville. Une maladie contagieuse (variole, scarlatine, etc.) pouvait se déclarer et évoluer à bord, contaminer le personnel, les ouvriers, les visiteurs, sans que personne s'en occupât et fût chargé de s'en occuper. Après l'épidémie de Dunkerque, où la variole fut apportée en ville par un bateau venant d'Oran, l'un de nous obtint la prise d'un décret qui désormais maintient sous la surveillance du service de la Santé les navires pendant toute la durée de leur séjour dans le port. Le capitaine est chargé de signaler au directeur de la Santé tout cas d'apparition de maladie fébrile à bord.

Ce décret a déjà donné d'excellents résultats; c'est pourquoi nous demandons que des mesures analogues soient prises à l'égard de la batellerie fluviale.

V. En 1905, au moment où le choléra pénétrait le long des canaux de la Prusse orientale, la loi allemande imposa aux patrons des radeaux ou chalands l'obligation d'arborer un drapeau jaune chaque fois qu'ils avaient un malade à bord et de subir des visites médicales et prophylactiques à leur passage à travers certaines écluses.

Ne pourrait-on pas instituer des mesures prophylactiques semblables pour les chalands qui portent des malades le long des canaux de France? Une surveillance médicale serait facile à organiser dans les régions où

s'agglomèrent les bateaux pendant le chômage et dans les grands ports comme celui de Paris, où stationnent les péniches. Elle rendrait des services précieux aux mariniers autant qu'aux citadins.

En tête de ces mesures doit se placer la plus importante de toutes, celle qui est réclamée depuis longtemps par tous les hygiénistes et par tous les médecins, celle qui seule permettra la déclaration généralisée et la lutte efficace contre les maladies transmissibles, c'est-à-dire la modification de la loi de 1902, afin que non seulement le médecin soit tenu à la déclaration obligatoire de certaines maladies, mais avec lui le chef de famille ou le logeur.

A cette modification devra se joindre une organisation de la surveillance hygiénique de la batellerie fluviale qui fait encore défaut et dont la nécessité nous a inspiré ce travail.

CORRESPONDANCE.

M. **Herbert-Hall Turner**, élu Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse des remercîments à l'Académie.

M. le **Ministre du Commerce et de l'Industrie** invite l'Académie à lui présenter une liste de candidats à la chaire de *Chimie générale dans ses rapports avec l'industrie*, vacante au Conservatoire national des Arts et Métiers, par suite de la démission de M. *Jungfleisch*.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Zur Erinnerung an Henri Moissan*, von Dr A. Gutbier.

2° *Mission scientifique au Dahomey*, par Henri Hubert. (Présenté par M. A. Lacroix.)

3° *Expédition antarctique française* (1903-1905), commandée par le Dr Charcot. — *Géographie physique. Glaciologie. Pétrographie*, par Ernest Gourdon. (Présenté par M. A. Lacroix.)

ASTRONOMIE. — *Sur diverses particularités nouvelles des étoiles variables à courte période; méthode permettant de distinguer leurs effets de ceux de la dispersion dans le vide.* Note de M. **Charles Nordmann**, présentée par M. H. Poincaré.

Dans une Note récente (*Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 1254) M. Lebedeff, pour expliquer l'existence, qui paraît résulter de mes recherches et de celles de M. Tikhoff, d'une différence entre les époques des minima de certaines étoiles variables relatifs à diverses longueurs d'onde, a invoqué la possibilité d'une dissymétrie physique dans l'atmosphère du satellite de ces étoiles, et telle que l'absorption sélective y changerait de caractère du côté soir au côté matin du satellite.

Je me propose de montrer aujourd'hui, sans faire aucune hypothèse physique de ce genre, et par la seule considération de la gravitation et de la viscosité de ces astres, qu'il existe, dans l'étoile principale elle-même aussi bien que dans le satellite, des causes très générales qu'on ne soupçonnait pas et qui tendent à produire des décalages entre les minima des diverses courbes de lumière monochromatiques de ces systèmes.

Je montrerai ensuite que, dans le cas général des étoiles du type Algol, la « méthode des images monochromatiques » (*Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 266 et 680) permet de séparer nettement les effets combinés de ces causes nouvelles de décalage, de l'effet de la dispersion dans le vide.

I. Je n'examinerai, pour commencer, que ce qui concerne l'étoile principale, Σ, de la variable dont je désignerai le satellite par σ.

J'ai établi tout d'abord le principe général suivant :

Toute différence entre la vitesse de rotation de l'étoile principale et la vitesse angulaire de révolution du satellite, ainsi que toute variation relative de ces deux vitesses, doit, toutes choses égales d'ailleurs, produire un décalage entre les minima des courbes de lumière de l'étoile relatives à des régions différentes du spectre.

Cette proposition se démontre aisément en remarquant : 1° que de telles différences ou variations de vitesses ont pour effet que la marée produite par Σ sur σ (et cette marée est sans doute généralement considérable dans ces systèmes, vu la grandeur et la proximité des masses en présence) (¹) se trouve, par suite de la viscosité de Σ

(¹) Rappelons, par exemple, que les masses d'Algol et de son satellite sont respectivement 1,1 et 0,5 fois celle du Soleil, et que la distance de leurs centres n'est que trois fois le diamètre d'Algol, qui est à peu près égal lui-même à celui du Soleil. (André, *Astronomie stellaire*, t. II, p. 203.)

(s'il s'agit de différences constantes de ces vitesses), ou par suite uniquement de la tendance de la rotation de Σ à rester uniforme (s'il s'agit de variations de ces vitesses), décalée par rapport à la ligne des centres; 2° que le minimum apparent, relatif à une certaine radiation de l'étoile, a lieu quand la projection de la ligne de visée sur l'orbite de σ vient en coïncidence avec une certaine droite qui est la résultante de deux vecteurs centrés sur Σ : l'un, représentant l'obscurcissement maximum dû à l'interposition de σ, est dirigé suivant la ligne des centres au moment où l'éclipse est centrale; l'autre, dont la direction est celle de la protubérance atmosphérique due à la marée et dont la grandeur dépend de la radiation considérée, figure l'absorption maxima de cette radiation de l'étoile par sa propre atmosphère; 3° que, par suite, la direction de cette résultante diffère avec la longueur d'onde considérée, ce qui conduit à l'énoncé précédent. C. Q. F. D.

On en déduit facilement diverses conséquences nouvelles, dont voici quelques-unes que les limites de cette Note m'obligent à donner sans leurs démonstrations (le lecteur les retrouvera d'ailleurs facilement et elles paraîtront ainsi que diverses applications numériques dans un Mémoire détaillé).

Soient m_{λ_1} et m_{λ_2} les époques des minima de l'étoile relatifs à deux radiations λ_1 et λ_2; et supposons, pour fixer les idées, que son atmosphère absorbe davantage λ_1 que λ_2. Trois cas peuvent se présenter :

1° Si la durée de révolution du satellite σ est plus courte que la rotation de l'étoile Σ, on trouve que m_{λ_2} précède m_{λ_1};

2° Si la révolution de σ est plus longue que la rotation de Σ, on trouve que m_{λ_1} précède m_{λ_2};

3° Si ces deux durées sont égales (et ce cas doit être à peu près le plus général et le plus stable dans les systèmes binaires à courte période, comme le montre la théorie), on trouve que l'excentricité de l'orbite (elle est généralement notable dans ces systèmes et, par exemple, voisine de 0,15 pour Algol) produit le résultat suivant : l'orbite de l'étoile est divisée en deux régions inégales et de propriétés tout à fait différentes, et, selon que le minimum apparent de la variable a lieu dans la première qui renferme le périastre ou la seconde qui renferme l'apoastre, m_{λ_2} précède m_{λ_1} ou a lieu après lui. Ces régions sont séparées par deux points de l'orbite tels que m_{λ_1} coïncide avec m_{λ_2}, si le minimum est observé en ces points. *On arrive ainsi à cette conclusion inattendue que le minimum observé dans le rouge précédera ou suivra le minimum du bleu pour une même étoile, selon l'orientation de son orbite dans l'espace.*

II. Si l'on analyse de la même manière les effets produits sur les courbes de lumière par les marées que provoque l'astre central lui-même sur le

satellite, on trouve que, qualitativement, tous les résultats précédents subsistent, mais changés de signe (c'est-à-dire qu'il faut substituer, partout en ce qui concerne l'effet des marées du satellite, λ_1 à λ_2 et réciproquement). Au point de vue quantitatif, diverses causes tendent à rendre prépondérants, selon les cas, soit les effets produits sur les courbes de lumière par la marée de l'étoile principale, soit ceux de la marée du satellite. Je me propose d'y revenir en même temps que j'examinerai ce que produisent les phénomènes précédents dans le cas des étoiles variables qui ont non seulement des minima mais des maxima (étoiles à variation continue).

III. Il est un cas très général où la « méthode des images monochromatiques » (*loc. cit.*) permet de séparer l'effet combiné de ces causes de décalage et de celle invoquée par M. Lebedeff, de l'effet de la dispersion dans le vide : c'est celui des étoiles du type Algol à variation régulière. Le principe de cette séparation repose simplement sur la remarque suivante :

Le retard ou l'avance relatifs de deux radiations, produits par la dispersion dans le vide, pour une étoile donnée de ce type a évidemment la même durée, quelle que soit la phase de variation de l'étoile; *le décalage ainsi produit entre les deux courbes de lumière correspondantes commence et cesse brusquement avec la variation lumineuse; au contraire le décalage que peuvent produire les autres causes invoquées dans le système même de l'étoile décroît progressivement de part et d'autre du minimum pour s'annuler au début et à la fin de la variation lumineuse.*

Géométriquement, l'étude des courbes monochromatiques obtenues permet donc, en général, de séparer ces effets. Considérons, pour prendre un exemple simple, le cas (qui paraît être celui des étoiles que j'ai observées) d'une variable du type Algol où l'amplitude et la durée de la variation soient les mêmes pour deux régions (par exemple : bleue et rouge) du spectre, et dont les deux minima correspondants sont décalés de dx. Soient respectivement l_B et l_R les lieux des poids équidistants des points d'égal éclat des deux courbes, et soient y_0, y_1 les ordonnées du minimum et de la constance d'éclat. Selon que, en passant de y_0 à y_1, la différence des abscisses des deux lignes l_B et l_R : 1° ou bien reste constante pour s'annuler brusquement en y_1; 2° ou bien diminue pour s'annuler progressivement en y_1; 3° ou bien varie pour arriver en y_1 avec une valeur dx' différente de dx, on en déduira généralement que le décalage est produit : dans le premier cas par la dispersion seule, dans le second cas par une autre cause et, dans le troisième, par l'effet combiné de cette autre cause et de la dispersion [dont l'effet propre produit ici un décalage égal à $\pm(dx - dx')$].

En ce qui concerne les quelques observations des courbes monochromatiques de certaines étoiles, déjà obtenues par M. Tikhoff et par moi, et qui s'accordent à mettre en évidence l'existence probable de décalages entre ces courbes, j'estime qu'elles sont encore trop peu nombreuses pour pouvoir leur appliquer dès maintenant le criterium précédent. Il est nécessaire que d'abord des observations, suffisamment nombreuses et répétées, aient fixé avec une plus grande exactitude la forme exacte, en leurs diverses parties, de ces courbes monochromatiques.

IV. En résumé les étoiles variables semblent être le siège, dans des conditions à la fois très variées et très générales, de certains phénomènes, non encore signalés, qui tendent à décaler les époques des points tropiques de leurs courbes de lumière relatives à diverses régions du spectre; la *méthode des images monochromatiques* est susceptible de mettre en évidence les effets de ces phénomènes et de les séparer nettement, pour une classe nombreuse d'étoiles, de ceux de la dispersion dans le vide.

ASTRONOMIE. — *Sur les variations de la durée du crépuscule.* Note de M. **Ernest Esclangon**, présentée par M. Deslandres.

On regarde habituellement la durée du crépuscule comme liée à la hauteur du Soleil au-dessous de l'horizon. Lorsque le Soleil atteint la hauteur négative de 15° on aperçoit généralement dans le ciel tous les détails perceptibles, la voie lactée, les nébuleuses, etc., en un mot la nuit devient aussi complète que possible. Cette règle, applicable en moyenne, souffre des exceptions nombreuses et, en réalité, la durée du crépuscule dépend, à un très haut degré, d'autres facteurs qui, par des temps également beaux en apparence, peuvent retarder ou prolonger le crépuscule dans des proportions considérables.

Tout d'abord il est utile de remarquer que la visibilité des objets célestes, étoiles, amas, nébuleuses, est un moyen défectueux d'observation, car cette visibilité dépend de deux facteurs : d'une part, de l'*éclat apparent du ciel*, d'autre part, de la *transparence de l'air*. Sans doute il existe une relation entre ces deux facteurs, mais cette relation est mal connue quantitativement, et il est préférable, pour apprécier la durée du crépuscule, de se borner à l'observation de l'*éclat* du ciel dans une région bien déterminée, fixe par rapport au Soleil. L'éclat photométrique du ciel dépend, toutes choses

égales d'ailleurs ([1]), de la distribution et des dimensions des corpuscules (gouttes d'eau, cristaux de glace, poussières) en suspension dans l'atmosphère, et l'on conçoit dès lors que la durée du crépuscule puisse être essentiellement variable.

Je me propose de montrer, par une observation caractéristique, *que cette influence est réellement considérable*.

Le 1er juillet 1908, à Bordeaux, le crépuscule a atteint une durée tout à fait anormale, et qui du reste a été particulièrement remarquée par les habitants des campagnes. A 9^h du soir le ciel paraissait normalement beau. A $9^h 40^m$, frappé par la longueur inaccoutumée du jour, j'eus l'idée de déterminer aussi exactement que possible l'instant où en plein air, à l'Observatoire de Floirac et dans un endroit bien dégagé, on cessait de pouvoir lire aisément. A $9^h 56^m$ ([2]) on lisait encore sans difficulté l'heure à une montre placée horizontalement à 30^{cm} de l'œil. Je préférais ce genre d'observation qui dépend seulement de l'éclat du ciel à celui qui consiste à noter les heures d'apparition des astres de diverses grandeurs et qui fait intervenir, en outre, la transparence de l'air.

Le lendemain, 2 juillet, le ciel avait le même aspect, et je répétai *dans les mêmes conditions* les observations de la veille. Je constatai qu'à $9^h 15^m$ le ciel se trouvait dans le même état d'éclairement que la veille à $9^h 56^m$. Ainsi, en ces *deux jours consécutifs*, par un ciel de même apparence, la durée du crépuscule *avait varié de plus de 40 minutes*.

On peut trouver une explication de ce phénomène dans les considérations suivantes :

Le 1er juillet, après le coucher du Soleil, une lueur rose assez vive éclaira un instant le ciel dans un angle vertical de 45° dans l'azimut du Soleil. Ces lueurs sont dues, ainsi que j'ai pu l'établir ([3]), à la présence, dans les régions élevées de l'atmosphère, de nuages très ténus, invisibles aussi bien le jour que pendant la nuit, mais visibles nettement et colorés en rose pendant un *instant très court* (10 minutes) lorsque l'éclairement du ciel prend, en diminuant graduellement pendant le crépuscule, une valeur déterminée. Avant aussi bien qu'après l'apparition de ces lueurs, le ciel paraît parfaitement pur. De telles lueurs crépusculaires sont assez fréquentes à Bordeaux, mais se montrent d'une façon très irrégulière.

Le 2 juillet, le ciel, d'une pureté apparente analogue à celle de la veille, ne montra pas de lueurs crépusculaires, et le crépuscule eut une durée normale.

Il semble que ces nuages invisibles, qui provoquent l'apparition des vives

---

([1]) Chr. Wiener, *Abh. d. Kaiserl. Leop. Carol. Akad. Nova Acta*, t. LXXIII, n° 1; Beibl., 1901, p. 271-279.

([2]) A Paris l'heure correspondante serait, pour une même hauteur négative du Soleil, $10^h 29^m$.

([3]) *Comptes rendus*, 17 novembre 1902 et 4 mai 1903.

lueurs roses après le coucher du Soleil, soient aussi la raison du prolongement anormal de la durée du crépuscule. L'accroissement de la période crépusculaire doit être d'autant plus grand que le Soleil, après son coucher, descend plus lentement sous l'horizon; il atteint sa plus grande valeur au moment des solstices, ce qui expliquerait la durée tout à fait anormale du crépuscule du 1er juillet.

Enfin, se basant sur la théorie de Lord Rayleigh concernant la dispersion atmosphérique, on peut en conclure que, l'état du ciel se trouvant augmenté dans les conditions qu'on vient d'indiquer, le coefficient d'absorption se trouve augmenté également; par suite, la visibilité des objets célestes s'en trouve ainsi diminuée *par une double raison*. En un mot, un accroissement anormal dans la durée du crépuscule, *par un ciel sans nuages*, est l'indice d'un ciel peu favorable aux observations astronomiques.

ASTRONOMIE. — *Éclipse partielle de Soleil observée à l'Observatoire de Besançon le* 28 *juin* 1908. Note de MM. **Brück**, **Chofardet** et **Pernet**, présentée par M. B. Baillaud.

M. Brück : l'observation a été faite à l'équatorial droit de 0^m,25 diaphragmé à 0^m,06. Grossissement 58. Ciel pur. Très bonne image jusqu'à la fin. Le premier contact a été probablement noté un peu trop tard. La Lune n'a été vue ni avant l'entrée ni après la sortie par aucun des trois observateurs. Vers le milieu il a semblé parfois que la circonférence du disque lunaire se prolongeait un peu au delà du bord solaire, mais c'est une sensation très fugitive et nullement une certitude.

M. Chofardet : équatorial coudé de 0^m,38, diaphragmé à 0^m,06. Grossissement 66. Images calmes au début, assez agitées vers le deuxième contact. Cela doit provenir de l'échauffement considérable de l'instrument.

M. Pernet : équatorial photographique de 0^m,11, diaphragmé à 0^m,05. Grossissement 30. Images très calmes au début, très agitées vers la fin.

Heures des observations.

	Premier contact.		Dernier contact.	
	Temps sidéral local.	Temps moyen de Paris.	Temps sidéral local.	Temps moyen de Paris.
	h m s	h m s	h m s	h m s
Brück........	12.6.58	5.26.47	13.0.41	6.20.21
Chofardet....	12.6.56	5.26.45	13.1.16	6.20.56
Pernet.......	12.6.55	5.26.44	13.0.33	6.20.14

ASTRONOMIE. — *Observation à l'Observatoire de Marseille de l'éclipse partielle de Soleil du 28 juin 1908.* Note de M. **Henry Bourget**, présentée par M. B. Baillaud.

Malgré l'intérêt restreint que présente ce phénomène, l'éclipse partielle de Soleil du 28 juin 1908 a été observée à l'Observatoire de Marseille par MM. Borrelly, Coggia et Esmiol. Ces astronomes ont observé les heures des deux contacts :

1° M. Borrelly, à l'équatorial Eichens. Distance focale = 315^{cm}; ouverture diaphragmée = 15^{cm}; grossissement 120 :

Premier contact........	$5^h 23^m 17^s,3$	temps moyen de Paris
Deuxième contact......	$6^h 33^m 58^s,7$	

Images ondulantes.

2° M. Coggia, au chercheur de comètes. Distance focale = 215^{cm}; ouverture diaphragmée = $5^{cm},5$; grossissement 80 :

Premier contact..........	$5^h 23^m 25^s$	temps moyen de Paris
Deuxième contact........	$6^h 34^m 0^s$	

Images convenables.

3° M. Esmiol, au télescope Foucault. Distance focale = 450^{cm}; ouverture réduite à une couronne centrée de rayons de 15^{cm} et 20^{cm}; grossissement 220 :

Premier contact..........	$5^h 23^m 13^s$	temps moyen de Paris
Deuxième contact........	$6^h 34^m 20^s$	

Images ondulantes, surtout à la fin de l'éclipse.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un problème relatif à la théorie des équations aux dérivées partielles du type hyperbolique.* Note [1] de M. A. **Myller**, présentée par M. Appell.

M. I. Bendixson a démontré, dans *Arkiv för Matematik*, Band III, le théorème suivant :

Étant données, pour $0 \leq x \leq a$; $0 \leq y \leq b$, *deux courbes passant par l'ori-*

[1] Présentée dans la séance du 29 juin 1908.

gine, $y = f_1(x)$ et $x = f_2(y)$, et un point x_0, y_0 suffisamment près de l'origine, il existe une seule fonction satisfaisant à

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial y} + a(x, y)\frac{\partial u}{\partial x} + b(x, y)\frac{\partial u}{\partial y} + c(x, y)\,u + d(x, y) = 0, \tag{1}$$

continue à l'intérieur du rectangle $0 \leqq x \leqq a$; $0 \leqq y \leqq b$ et telle que

$$\frac{\partial u}{\partial x} = p_0(x) \qquad \text{pour} \qquad y = f_1(x), \tag{2}$$

$$\frac{\partial u}{\partial y} = q_0(y) \qquad \text{pour} \qquad x = f_2(y), \tag{3}$$

$$u = u_0 \qquad \text{pour} \qquad x = x_0, \quad y = y_0; \tag{4}$$

$p_0(x)$, $q_0(y)$ sont des fonctions données et u_0 une valeur donnée.

Le théorème n'est plus vrai pour certains points x_0, y_0 nommés *points caractéristiques*. Je veux indiquer une méthode très simple pour résoudre le problème et qui donnera des renseignements précis sur la position des points caractéristiques et la façon dont se comporte la solution en ces points.

Considérons au commencement l'équation plus simple

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial y} - A(x, y)\,u = 0. \tag{5}$$

La solution de cette équation, qui prend sur les axes des x et des y respectivement les valeurs $\mu(x)$ et $\nu(y)$, satisfait, comme on le sait, à une équation intégrale dont la solution peut être écrite sous la forme

$$u(x, y) = \mu(x) + \int_0^x k_1(x, y; \xi)\,\mu(\xi)\,d\xi + \pi(y) + \int_0^y k_2(x, y; \xi)\,\pi(\xi)\,d\xi, \tag{6}$$

où

$$\pi(y) = \nu(y) - \nu(0).$$

Considérons $\pi(y)$ comme donné et cherchons à déterminer $\mu(x)$ à condition que $u(x, y)$ satisfasse à la condition (2). Il faut, pour cela, dériver (6) par rapport à x et, après, remplacer y et $\frac{\partial u}{\partial x}$ respectivement par $f_1(x)$ et $p_0(x)$. En désignant $\frac{\partial \mu}{\partial x}$ par $\mu'(x)$, on obtient, après quelques transformations, une équation intégrale en $\mu'(x)$ qu'on peut écrire sous la forme

$$p_0(x) = m(x)\,\mu(0) + \mu'(x) + \int_0^x h_1(x, \xi)\,\mu'(\xi)\,d\xi + \int_0^x h_2(x, \xi)\,\pi[f_1(\xi)]\,d\xi.$$

C'est une équation de M. Volterra dont la solution a la forme

$$(7) \qquad \mu(x) = \mathrm{F}(x) + \mu(0)\,\mathrm{G}(x) + \int_0^x \mathrm{H}(x,\xi)\,\pi[f_1(\xi)]\,d\xi.$$

On obtient de la même manière

$$(8) \qquad \pi(x) = \mathrm{M}(x) + \int_0^x \mathrm{P}(x,\xi)\,\mu[f_2(\xi)]\,d\xi.$$

En éliminant $\pi(x)$ entre (8) et (7) et en mettant $f(x) = f_2[f_1(x)]$, on a un résultat de la forme

$$\mu(x) = \mathrm{E}(x) + \mathrm{J}(x)\,\mu(0) + \int_0^x \mathrm{K}(x,\xi)\,\mu[f(\xi)]\,d\xi.$$

C'est une équation qui rentre dans le type étudié par M. Picard (*Comptes rendus*, mai 1907). La solution a la forme

$$\mu(x) = \mathrm{S}(x) + \mu(0)\,\mathrm{T}(x).$$

Cette valeur mise dans (8) donne

$$\pi(x) = \mathrm{U}(x) + \mu(0)\,\mathrm{V}(x).$$

Ces valeurs de $\mu(x)$ et $\pi(y)$ introduites dans (6) donnent un résultat de la forme

$$u(x,y) = \Phi(x,y)\,\mu(0) + \Psi(x,y).$$

En faisant $x = x_0$, $y = y_0$ et $u = u_0$, on aura une équation pour déterminer $\mu(0)$. Cette dernière opération n'est pas possible si le coefficient de $\mu(0)$ est zéro. Alors la courbe $\Phi(x,y) = 0$ sera le lieu des points caractéristiques et, pour ces points en général, les conditions (2), (3), (4) ne peuvent être remplies. En échange on a une infinité de solutions caractéristiques $C\Phi(x,y)$ dont les dérivées sont nulles sur les courbes données et $u_0 = 0$ au point x_0, y_0. Dans le cas spécial où, x_0, y_0 étant un point caractéristique, u_0 a la valeur $\Psi(x_0, y_0)$, $\mu(0)$ reste indéterminé, et alors le problème posé admet une infinité de solutions dépendant d'un paramètre $\lambda = \mu(0)$:

$$u(x,y) = \Psi(x,y) + \lambda\,\Phi(x,y).$$

Dans le cas de l'équation (1), la solution $u(x,y)$ satisfait à une équation contenant $u(x,y)$ sous les signes $\int$ et $\int\int$. Une telle équation a été transformée par M. Volterra (*Atti dei Lincei*, 1896) dans une des formes ordi-

naires dont la solution a la forme

$$u(x, y) = P(x, y) + Q(x, y)\varphi(x) + R(x, y)\psi(y) + \int_0^x k_1(x, y; \xi)\varphi(\xi)\,d\xi + \int_0^y k_2(x, y; \xi)\psi(\xi)\,d\xi.$$

Cette formule analogue à (6) nous conduira, de la même manière, aux mêmes résultats, avec la différence qu'on n'aura plus de solutions caractéristiques tant que $d(x, y)$ est différent de zéro. L'analogie avec le cas elliptique est remarquable.

MÉCANIQUE. — *Nouvel intégromètre.* Note de M. **Jacob**, présentée par M. Maurice Levy.

L'appareil que j'ai présenté à l'Académie dans la séance du 11 mai 1908 permet en somme d'intégrer l'équation

$$y' = Ay^3 + By^2 + Cy + D, \tag{1}$$

lorsqu'on connaît une solution particulière de cette équation.

Le même appareil, légèrement modifié, permet de s'affranchir de cette restriction.

On sait que le mouvement de la lame coupante le long de la base est réglé par une coulisse qui constitue l'une des parties essentielles de l'appareil.

Dans le modèle déjà présenté, cette coulisse est disposée sur un transporteur qui la déplace parallèlement à elle-même; son mouvement est, par suite, entièrement déterminé, lorsqu'on fait suivre à la pointe traçante une courbe dite *directrice*, dont les coordonnées sont calculées à l'aide des coefficients de l'équation par des opérations ne comportant que des quadratures.

Pour arriver à l'intégration de (1), il suffit de permettre à la coulisse un mouvement de rotation autour de l'axe de la pointe traçante. Ce mouvement est déterminé en faisant en sorte qu'une droite fixe du plan de la coulisse touche constamment une courbe dite *courbe d'appui*, tracée sur la feuille de dessin.

A l'aide des coefficients de l'équation, et par de simples quadratures, on calcule d'une façon analogue à celle précédemment indiquée les coordonnées de la directrice.

Les coordonnées de la courbe d'appui se calculent alors sans nouvelle quadrature.

Ces deux courbes étant tracées, on matérialise la courbe d'appui d'après les procédés en usage dans les salles à tracer à l'aide de réglettes en bois de poirier maintenues par des plombs suffisamment rapprochés.

L'opérateur décrit la directrice à l'aide de la pointe traçante et fait les lectures exactement comme avec l'appareil déjà présenté, mais un aide doit faire en sorte qu'une règle faisant corps avec la coulisse touche constamment la courbe d'appui ainsi matérialisée.

L'appareil construit permet donc l'intégration de l'équation générale

$$y' = Ay^3 + By^2 + Cy + D,$$

quelles que soient les fonctions A, B, C, D.

AÉRONAUTIQUE. — *Sur le poids utile des aéroplanes.* Note de M. **Rodolphe Soreau**, présentée par M. Deslandres.

Amplifions un aéroplane donné, expérimenté avec succès. Soient, pour l'aéroplane originel, P le poids total, Π le poids moteur-propulseur, P_a le poids de l'aéroplane proprement dit, P_u le poids utile. Soient P', Π', P'_a, P_u les poids correspondants de l'aéroplane agrandi. Enfin, soient x le rapport de similitude, y le rapport des vitesses, z le rapport des poids utiles.

Les aéroplanes envisagés ne peuvent être semblables que comme *formes*, mais les épaisseurs des voilures, les diamètres des haubans, etc., ne doivent pas croître simplement comme x. En négligeant l'augmentation de la vitesse, on risque de construire des appareils qui se briseraient sous les nouveaux efforts développés. Il faut déterminer les éléments d'après les règles de la Résistance des matériaux : on peut ainsi calculer P', Π', P'_a en fonction de x et de y, et substituer leur valeur dans l'équation

$$z\,P_u = P' - \Pi' - P'_a,$$

ce qui donne une fonction $z = f(x, y)$.

En la représentant par des courbes de niveau $x = \lambda$, on verra nettement : 1° les diverses solutions (x, y) qui donnent un poids utile déterminé ; 2° les maxima relatifs pour chaque agrandissement λ ; 3° le maximum absolu du poids utile.

Le problème consiste donc à calculer les efforts qu'auront à supporter les

divers organes, suivant le mode de construction de l'aéroplane originel. C'est une question d'espèce, qui ne peut être complètement traitée ici.

Pour fixer les idées, étudions un cas simple, en admettant : 1° que la surface du disque ayant même résistance à l'avancement croisse proportionnellement à la surface de la voilure (hypothèse sensiblement exacte); 2° que les haubans et les autres pièces travaillant à la traction, au lieu d'être calculés isolément, le soient de façon que l'ensemble de leurs sections croisse proportionnellement à P. Quant aux pièces travaillant à la flexion, comme la voilure, leurs épaisseurs sont proportionnelles à $\sqrt{P}$. Décomposons P_a en A, poids des pièces travaillant à la flexion, et B, poids des pièces travaillant à la traction; désignons par A' et B' les poids correspondants dans l'aéroplane agrandi.

Dans ces conditions, $P' = Px^2y^2$, $A' = Ax^3y$, $B' = Bx^3y^2$. Quant à H', il est proportionnel à P'V', d'où $H' = Hx^2y^3$. La fonction caractéristique est alors

$$\Sigma P_u = Px^2y^2 - Hx^2y^3 - Ax^3y - Bx^3y^2.$$

Posons $\frac{P}{H} = m$, $\frac{A}{B} = n$. Le maximum absolu du poids utile a lieu pour

$$y = 0,2m - 0,7n + \sqrt{(0,2m - 0,7n)^2 + 0,8mn},$$

$$x = \frac{H}{B}\,\frac{2m - 3y}{2y + n}\,y.$$

Application. — Les aéroplanes actuels de MM. Voisin peuvent enlever deux passagers, à la vitesse d'environ 50^{km} à l'heure, quand le moteur fournit 50 chevaux. Partant de ces données, je prendrai un aéroplane qui ait, en kilogrammes,

$$P = 600, \qquad H = 100, \qquad A = 250, \qquad B = 100, \qquad P_u = 150.$$

L'abaque ci-contre donne la représentation de ce cas particulier. On voit qu'au delà de $x = 1,75$ le poids utile serait inférieur à celui de l'aéroplane originel, quelle que fût la vitesse. Le maximum absolu de poids utile est donné par $x = 1,1$, avec $y = 2,96$. Les dimensions de l'aéroplane originel sont donc très sensiblement celles du maximum, avec cette forme d'aéroplanes : pour atteindre ce maximum, il faudrait construire un aéroplane semblable *très peu agrandi, mais très renforcé*, de façon qu'il pût soutenir les efforts correspondants à la vitesse de 150^{km} à l'heure. On aurait alors

$$P' = 6360, \qquad H' = 3140, \qquad P'_u = 2150, \qquad \text{d'où} \qquad P_u = 1070^{kg}.$$

Pour ne pas exagérer la vitesse, il conviendra de ne pas pousser jusqu'au maximum de charge utile, en profitant de la propriété des fonctions de varier assez peu dans le voisinage de leur maximum, comme le montre l'abaque.

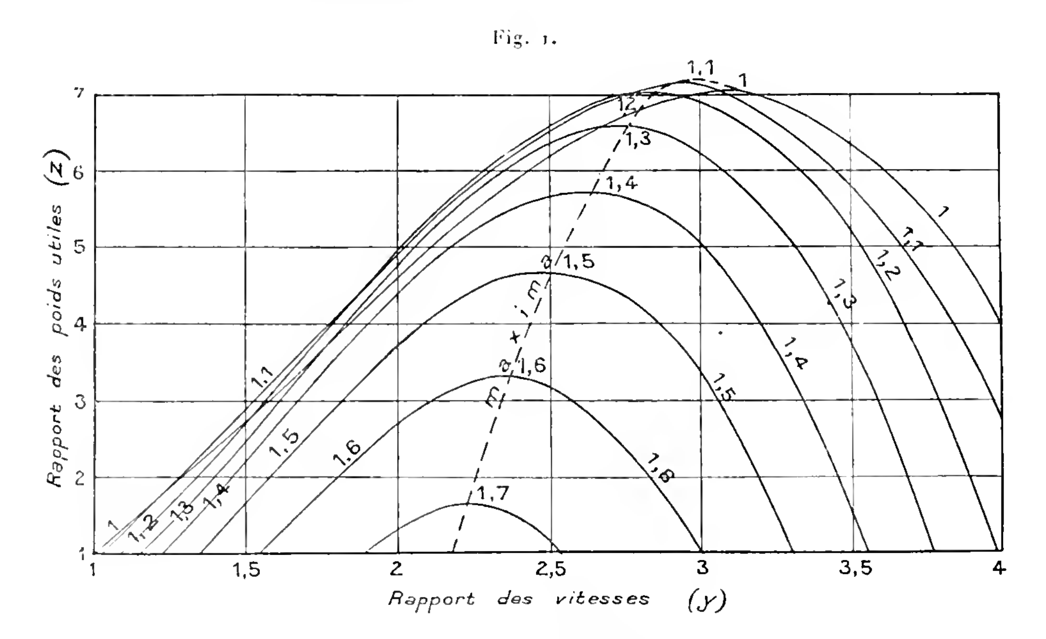
En pratique, le poids H' obtenu pour le moteur serait moins élevé, car le poids par

cheval, supposé constant pour les aéroplanes d'une même famille, diminue en réalité avec la puissance.

J'ai obtenu des résultats analogues en partant de l'aéroplane de M. Esnault-Pelterie, dont le type est tout différent.

Les divers poids ci-dessus, calculés à titre d'indication, nécessiteraient l'emploi d'autres matériaux que dans l'aéroplane originel, ce qui amènerait probablement des modifications dans la construction. Il conviendra donc de faire ultérieurement de nouveaux calculs, en partant des aéroplanes qui auront été créés dans le but cherché, et qui auront donné de bons résultats.

Fig. 1.



Quoi qu'il en soit, il résulte de cette Note que, lorsqu'on voudra emporter des charges notables, il faudra recourir moins à l'amplification des aéroplanes actuels qu'à leur renforcement, en vue de les armer progressivement pour des vitesses croissantes, qui pourront être utilement triples des vitesses actuelles.

Si l'on ne veut pas atteindre de telles vitesses, qui ne seront pas sans danger, il faudra multiplier les voilures. Dès maintenant, on peut prévoir la prochaine substitution des tri-plans aux bi-plans actuels, pour augmenter le poids utile avec des vitesses relativement modérées.

De là deux voies différentes pour la construction des aéroplanes à grande capacité de chargement.

Pour les faibles capacités, les mono-plans auront toutes mes préférences, dès qu'ils seront dotés de stabilisateurs automatiques.

En résumé, l'aéroplane de l'avenir ne sera pas d'un type déterminé. En raison même de sa *sensibilité en hauteur*, on sera amené à créer divers types, suivant la valeur de ces deux caractéristiques essentielles de tout appareil de transport : la vitesse et le poids utile.

PHYSIQUE. — *Sur l'emploi de détecteurs sensibles d'oscillations électriques basés sur les phénomènes thermo-électriques.* Note de M. C. **Tissot**.

Mon attention a été appelée récemment sur l'introduction dans la technique de la télégraphie sans fil de certains détecteurs constitués par des corps solides (certains cristaux) en contact. Ces détecteurs seraient très sensibles et permettraient d'obtenir, par lecture au son, la réception des signaux de T. S. F. en les associant simplement à un récepteur téléphonique sans emploi de source auxiliaire.

En essayant de réaliser des détecteurs analogues, j'ai été conduit à donner au phénomène une interprétation simple et générale qui m'a permis de le reproduire à volonté avec des corps très divers, mais méthodiquement choisis.

Le fait que le détecteur fonctionne sans source auxiliaire exclut l'idée d'un rôle joué par une variation de résistance, mais pourrait être rapproché du phénomène apparent de *soupape* que présente un voltamètre à électrodes inégales (détecteur électrolytique) employé sans force électromotrice auxiliaire.

Toutefois, la production d'un tel effet au contact de corps solides supposerait l'intervention d'un phénomène nouveau dont l'existence est, *a priori*, peu vraisemblable.

J'ai donc recherché tout d'abord si l'on ne pourrait reproduire de pareils effets en faisant appel à quelque phénomène bien connu.

L'idée la plus simple était d'examiner si l'effet ne pourrait être produit par une force électromotrice thermo-électrique développée au point de contact.

Bien que divers expérimentateurs se soient servis de couples thermo-électriques comme détecteurs d'oscillations électriques, ils n'en ont guère fait usage que pour des mesures de laboratoire, et l'on ne paraît pas jusqu'ici avoir signalé leur utilisation comme détecteurs sensibles, capables de permettre la lecture de signaux à grande distance. On conçoit que, pour essayer de tirer parti d'un effet thermo-électrique susceptible de prendre

naissance par passage des oscillations dans un contact, il convienne tout d'abord de réaliser un contact de surface très réduite, de manière à *localiser* en un point l'énergie mise en jeu.

Partant de cette idée, j'ai cherché à constituer des détecteurs en faisant reposer l'un sur l'autre, par une arête vive ou une pointe, des corps de pouvoirs thermo-électriques différents et suis arrivé très aisément à obtenir le résultat voulu.

On arrive en effet à constituer un détecteur avec deux corps *à peu près quelconques*, pourvu que ces corps soient suffisamment éloignés l'un de l'autre dans la chaîne thermo-électrique.

L'expérience montre d'ailleurs nettement que les résultats sont d'autant meilleurs que les corps choisis occupent des rangs plus éloignés.

C'est ainsi que l'on peut citer comme corps éminemment propres à être utilisés :

1° Les différentes variétés de pyrites de cuivre (chalcopyrite, phillipsite, coveline, etc.), et le bioxyde de manganèse cristallisé (pyrolusite), associés à un métal quelconque (tous les métaux étant fortement électro-positifs par rapport à ces substances).

2° Le sulfure de cuivre naturel (chalcasine), le sulfure de cuivre artificiel fondu, le sélénium [1] et le tellure, associés à un métal quelconque (tous les métaux étant fortement électro-négatifs par rapport à ces substances).

Et *a fortiori*, bien entendu, l'association d'un corps fortement électro-positif avec un corps fortement électro-négatif donne-t-elle des résultats satisfaisants.

Par des artifices très simples on arrive assez facilement à donner au contact une surface suffisamment réduite pour obtenir des détecteurs d'une sensibilité comparable à celle des meilleurs électrolytiques.

C'est ainsi qu'avec le concours de M. F. Pellin nous avons pu réaliser des détecteurs permettant de lire à Brest les signaux échangés entre les postes d'Alger et des Saintes-Maries.

Dans l'appréciation de la sensibilité, il convient d'insister sur un point essentiel.

Selon les corps choisis et la pression exercée, la résistance du contact présente des valeurs fort différentes.

Selon que cette résistance est très grande (cas de certains corps cristallisés) ou faible (cas général des contacts avec pointes métalliques), il faut

---

(1) Il convient de noter que M. le lieutenant de vaisseau Colin avait précisément été conduit, au cours d'une série d'expériences intéressantes, à utiliser un contact sélénium-métal comme détecteur.

disposer le détecteur, soit à un ventre de *tension*, soit à un ventre de *courant* dans le système récepteur d'accord.

Quant à l'interprétation que j'ai donnée du phénomène, elle se trouve justifiée par l'expérience suivante :

On dispose deux contacts, l'un pyrite de cuivre-pointe de cuivre, l'autre tellure-pointe de cuivre (comprenant l'un un corps plus électro-négatif, l'autre un corps plus électro-positif que le cuivre), en dérivation aux bornes d'un galvanomètre.

Par le jeu d'un commutateur, ces contacts peuvent être intercalés à tour de rôle dans une antenne qui reçoit à distance les émissions d'un poste.

Ces émissions sont également bien reçues au téléphone à l'aide de chacun des contacts.

Or, on constate que les oscillations produites dans l'antenne réceptrice font dévier le galvanomètre dans un sens ou dans l'autre, selon qu'on fait usage de l'un ou l'autre contact.

C'est bien en effet ce qui doit se produire dans les conditions de l'expérience (où le cuivre de chaque contact se trouve relié à la même borne du galvanomètre) si l'effet est de nature thermo-électrique.

PHYSIQUE. — *Recherches sur les gaz ionisés.* Note de M. **A. Blanc**, transmise par M. Mascart.

Les mobilités ont été mesurées par une méthode qui dérive directement de celle du champ alternatif de Rutherford ([1]).

Un plateau métallique A, entouré d'un anneau de garde, communique avec l'électromètre : il est d'abord au sol et on l'isole pour faire une mesure. En face de A, à la distance a, est une toile métallique B et derrière B un autre plateau C. On établit entre B et C une différence de potentiel constante produisant un champ dirigé par exemple de C vers B si l'on veut mesurer la mobilité des ions positifs. Entre B et A on crée un champ alternatif de période T : pendant une demi-période une différence de potentiel V produit un champ dirigé de B vers A; pendant la demi-période suivante une différence de potentiel V', égale ou supérieure à V et de signe contraire, produit un champ de A vers B.

On ionise le gaz entre B et C à l'aide d'un faisceau étroit de rayons Röntgen; les ions positifs traversent la toile métallique quand le champ alternatif est dirigé de B vers A. Le plateau A commence à recevoir des charges quand V a la valeur V_0 telle que

$$k_1 = \frac{2a^2}{V_0 T}.$$

([1]) Rutherford, *La décharge des corps électrisés par la lumière ultra-violette* (*Ions, électrons, corpuscules*, t. II, p. 672).

On fait varier V en laissant V′ constant et l'on mesure l'intensité recueillie par l'électromètre; on obtient, en fonction de V, une droite qui coupe l'axe des abscisses pour la valeur V_0; on en déduit la mobilité k_1.

a était égal à $2^{cm},90$ et T a varié de $0^s,6$ à $0^s,14$.

Cette méthode a servi à mesurer les mobilités des ions dans des mélanges à pression constante d'air et de gaz carbonique, de gaz carbonique et d'hydrogène; ces gaz étaient préparés et desséchés avec le plus grand soin.

Les résultats obtenus sont contenus dans les Tableaux suivants, où k_1 est la mobilité des ions positifs, k_2 des négatifs.

I. — *Gaz carbonique et hydrogène.*

Rapport de la pression de l'hydrogène à la pression totale constante.	k_1.	$\frac{1}{k_1} \times 10^5$.
0	250	400
18,2	288	347
34,7	342	292
54,6	456	219
79	736	136
90	1069	93,4
100	1600	62,5

Rapport de la pression de l'hydrogène à la pression totale constante.	k_2.	$\frac{1}{k_2} \times 10^5$.
0	308	325
8,2	325	307
20,1	372	268
40,1	492	203
61	734	136
77,3	1100	91
87,2	1330	75
100	3000	33

II. — *Air et gaz carbonique.*

Rapport de la pression du CO^2 à la pression totale constante.	k_1.	$\frac{1}{k_1} \times 10^5$.
0	380	263
15,9	360	278
41,9	317	315
59,9	287	345
83,9	271	369
100	250	400

Rapport de la pression du CO^2 à la pression totale constante.	k_2.	$\frac{1}{k_2} \times 10^5$.
0	600	167
8,7	577	173,3
19,3	534	187,3
28,9	494	202,4
48,3	419	238,6
54,1	410	244
67,6	387	258,4
79,9	348	287,3
100	308	325

Les courbes qui représentent les inverses des mobilités en fonction de la pres-

sion de l'un des deux gaz dans le mélange sont des lignes droites dans tous les cas.

Soient ρ' et ρ'' les densités des deux gaz dans le mélange, ρ_1 la densité des ions considérés, u_1 la vitesse de ces ions sous l'action du champ X; les quantités de mouvement échangées dans l'unité de temps par les ions avec les molécules des deux gaz sont $A'_1\rho'\rho_1 u_1$ et $A''_1\rho''\rho_1 u_1$. On en déduit facilement

$$\frac{1}{k_1} = \frac{m_1}{e}(A'_1 m' n' + A''_1 m'' n'');$$

n' et n'' sont les nombres de molécules des deux gaz par centimètre cube, m' et m'' les masses de ces molécules; m_1 est la masse d'un ion et e sa charge.

Les résultats que j'ai obtenus pour $\frac{1}{k_1}$ montrent que les produits $A'_1 m' m_1$ et $A''_1 m'' m_1$ sont sensiblement constants quand la composition du mélange varie. Si l'on prend pour A'_1 l'expression donnée par Langevin (1) dans le cas où les chocs entre ions et molécules ont une importance négligeable, on en déduit que la quantité $\sqrt{\frac{m_1}{m' + m_1}}$ est à peu près invariable. Cela exige, si la masse m_1 dépend de la composition du mélange, que cette masse soit notable par rapport à m' : l'ion doit donc être formé par un groupement de molécules (résultat déduit déjà par Langevin de la valeur même des mobilités).

On peut se demander ce que devient le groupement quand l'ion est transporté d'un gaz dans un autre, du gaz carbonique dans l'air par exemple. Le plateau C est placé au fond d'un cristallisoir qu'on remplit jusqu'au bord de gaz carbonique; la grille B et le plateau A sont au-dessus du niveau du gaz carbonique, dans l'air; les ions sont produits dans le gaz carbonique, amenés dans l'air entre A et B, où l'on mesure leur mobilité comme d'ordinaire.

La mobilité dans l'air d'un ion produit dans le gaz carbonique est très exactement la même que si cet ion avait été produit directement dans l'air. Cela est vrai pour les ions des deux signes.

Ce résultat pourrait encore s'expliquer par la constance des pro-

---

(1) Langevin, *Une formule fondamentale de théorie cinétique* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. V, 1905).

duits $\Lambda_1 mm_1$, ... (en fonction desquels s'expriment les mobilités), donc par la grosseur notable des ions. Mais il est probable aussi que le groupement qui constitue l'ion échange constamment des molécules avec le gaz ambiant, de sorte qu'il se détruit en passant du premier gaz dans le second, pour se reformer avec des molécules de celui-ci.

PHYSIQUE. — *Influence de la température sur la force électromotrice des éléments au cadmium.* Note de M. **R. Jouaust**, transmise par M. Mascart.

En 1901, Jäger et Lindeck montrèrent que la force électromotrice des éléments étalons au cadmium à électrolyte saturé pouvait être représentée en fonction de la température par la relation

$$E_t = E_{20} - 0,000038\,(t-20) - 0,00000065\,(t-20)^2,$$

cette formule étant valable jusqu'à 0° C. pour les éléments ayant comme électrode négative un amalgame contenant de 12 à 13 pour 100 de cadmium. Certains des éléments contenant un almagame à 14 pour 100 de cadmium présentaient des irrégularités au voisinage de zéro, c'est-à-dire que leur force électromotrice dépassait de plusieurs dix-millièmes la valeur indiquée par la formule.

Plus récemment Smith a donné pour les éléments à amalgame de 12,5 pour 100 et 10 pour 100 une relation identique entre la force électromotrice et la température, cette relation n'ayant été établie qu'entre 10° et 30° C.

Dans des expériences faites récemment au Laboratoire central d'Électricité, nous avons constaté pour tous les éléments contenant un amalgame à 12,5 pour 100 que, quelle que fût leur provenance, la formule citée plus haut représentait très sensiblement leur force électromotrice à 0° en fonction de leur force électromotrice à 20°, l'accroissement observé étant en moyenne de $\frac{1}{10000}$ plus faible que celui déduit de la formule.

Il n'en est plus de même pour les éléments contenant un amalgame à 10 pour 100 de cadmium.

Au voisinage de zéro les forces électromotrices de ces éléments qui concordaient très bien jusque vers 10° diffèrent entre elles de plusieurs dix-millièmes. Elles sont toutes supérieures aux valeurs déduites de la formule de quantités qui peuvent atteindre $\frac{1}{1000}$ de volt.

De plus, lorsqu'on refroidit brusquement ces éléments, leur force électromotrice croît instantanément de $\frac{-2}{1000}$ environ, puis décroît lentement et n'atteint qu'au bout de plusieurs jours une valeur constante.

Pour les éléments à amalgame à 12,5 pour 100 au contraire la force électromotrice croît lentement et atteint en quelques heures une valeur constante.

Ces anomalies ne s'expliquent pas dans l'hypothèse faite pour expliquer les irrégularités des éléments avec amalgame à 14 pour 100. On avait admis que l'amalgame de cadmium se composait de deux phases, l'une solide, l'autre liquide, qui cessaient de coexister à zéro dans l'amalgame à 14 pour 100, mais coexistaient encore dans l'amalgame à 12,5 pour 100 et *a fortiori* dans l'amalgame à 10 pour 100.

Des recherches nouvelles sont nécessaires pour éclaircir ce point; mais d'ores et déjà il semble prudent, dans les mesures de précision, d'éviter l'emploi des éléments avec amalgame à 10 pour 100 ou tout au moins d'éviter que leur température descende au-dessous de 10° C.

OPTIQUE. — *Franges d'interférences produites par les photographies en couleurs.* Note de M. E. **Rothé**, présentée par M. Lippmann.

Lorsqu'on regarde par réflexion, du côté du verre, une photographie interférentielle éclairée par la lumière blanche, on sait qu'on aperçoit souvent des franges dans toute l'étendue du spectre, depuis le rouge jusqu'au violet. Quand l'émulsion sensible a été coulée sur une glace rigoureusement horizontale, les franges sont disposées à peu près parallèlement aux raies spectrales. Lorsqu'au contraire la couche de gélatine n'a pas partout la même épaisseur, les franges sont plus ou moins inclinées par rapport aux raies [1].

On peut étudier plus facilement ces franges dans les épreuves obtenues sans miroir de mercure, parce que les couleurs sont moins éclatantes que celles des photochromies mercurielles; elles présentent alors des colorations, le violet du côté de la région rouge du spectre, le rouge de l'autre côté. Je me suis proposé de faire une étude systématique de ces *franges dues aux dépôts d'argent par les ondes stationnaires.*

---

[1] Ces franges ont été appelées *fausses franges de Talbot*. Voir : Wiener, *Wied. Ann.*, 1899, p. 504.— Lehmann, *Beiträge zur Theorie und Praxis der direkten Farbenphotographie*; Freiburg, 1906. — Il ne faut pas les confondre avec les franges des spectres superposés (*Zenkersche Streifen*) obtenues par Valenta, Neuhauss et étudiées par Pfaundler, *Ann. Drude*, 4e série, t. XV, 1904, p. 371, et H. Lehmann, *Ann. Drude*, 4e série, t. XX, 1906, p. 723.

Considérons d'abord une plaque sensible transparente, recevant par la face verre un faisceau de lumière monochromatique de longueur d'onde λ. Supposons l'émulsion assez sensible et l'épaisseur de la gélatine assez faible pour que des plans d'argent distants de λ se forment dans toute l'épaisseur depuis la surface de la gélatine jusqu'au verre. Si la surface de la gélatine est rigoureusement parallèle au plan de la glace, on ne peut apercevoir du côté verre qu'une teinte uniforme, due à la lumière réfléchie par l'ensemble des strates de longueur d'onde λ comme la lumière impressionnante, à laquelle s'ajoute, en lumière blanche, la lumière réfléchie par la lame mince comprise entre la glace et le dernier plan d'argent.

Pratiquement il n'en est jamais ainsi, parce que la surface de la gélatine n'est jamais rigoureusement parallèle à celle de la glace, et les plans d'argent coupent la surface de la glace. Nous examinerons simplement la section par un plan perpendiculaire à la plaque. Les traces des strates sur ce plan coupent la trace du plan du verre en un certain nombre de points. En chacun des points de rencontre l'épaisseur traversée est un multiple entier de $\frac{\lambda}{2}$ et l'on voit briller au maximum la radiation de longueur d'onde λ. Entre deux points de rencontre l'intensité est moindre : il existe en effet, entre le verre et le dernier plan d'argent, un coin de gélatine dont l'épaisseur varie de o à $\frac{\lambda}{2}$ et, par suite, ce coin éteint entre les deux points de rencontre la lumière de longueur d'onde λ. Regardée par réflexion, en lumière de longueur d'onde λ, la plaque présente des franges, alternativement brillantes et obscures dans la région impressionnée, prolongées dans toute la plaque par des franges plus pâles traçant les surfaces de niveau de l'épaisseur de la gélatine.

Ces franges coïncideraient exactement avec les premières si l'on pouvait négliger la différence de phase due à la réflexion sur le premier plan d'argent.

En lumière blanche, les franges apparaissent bordées du côté du sommet du coin de teintes de longueur d'onde inférieure à λ.

Si les strates n'occupent pas toute l'épaisseur de la gélatine, il existe entre le dernier plan d'argent et la lame de verre un coin de gélatine présentant en lumière blanche les franges bordées de violet du côté du sommet, de rouge de l'autre côté. Dans ces franges colorées, on verra briller au maximum la radiation de longueur d'onde λ réfléchie par l'ensemble des strates.

On peut obtenir aisément toutes ces apparences en éclairant, à l'aide d'un brûleur à sodium, une ouverture placée dans le plan focal d'une seconde lentille servant

d'objectif. Les franges sont d'autant plus serrées que l'angle formé par la glace et la surface de la gélatine est plus grand. J'ai réalisé des plaques sensibles à épaisseur variable : dans ce cas les franges ne sont plus équidistantes; elles sont d'autant plus serrées que l'épaisseur de la gélatine est plus grande. Ce dispositif permet donc *de photographier en quelque sorte les courbes de niveau d'une lame de gélatine*. Ces photochromies, obtenues par la méthode de M. Lippmann, mais sans miroir de mercure, permettent donc de projeter dans un cours des franges de coin, qu'il serait assez difficile de réaliser autrement.

Supposons maintenant la plaque sensible placée dans le plan focal de l'objectif d'un spectroscope. Chaque région de la plaque est impressionnée par une radiation monochromatique différente. Dans chaque région, les stratifications formées par l'argent réduit sont à des distances différentes. Elles sont inclinées les unes par rapport aux autres, si bien que les lignes d'intersection avec la glace du cliché ne sont plus équidistantes. Il en résulte qu'on aperçoit un système de franges brillantes entre lesquelles les couleurs du spectre sont affaiblies ou modifiées.

Les photographies en couleur du spectre, faites sans mercure et regardées du côté du verre, permettent d'apercevoir optiquement les intersections du plan de la glace et des ondes stationnaires. Dans l'expérience de Wiener on obtenait les intersections d'une lame très mince de gélatine sensible avec les ondes stationnaires formées dans l'air.

Le dispositif actuel permet de voir très simplement, sur le fond peu coloré du cliché, des franges d'interférences disposées comme les stries des photographies de Wiener.

PHYSIQUE. — *Autobalistique répétiteur.* Note de M. A. Guillet, présentée par M. G. Lippmann.

I. La méthode de *répétition*, consistant à agir sur un mobile (équipage de galvanomètre par exemple) animé d'un mouvement sinusoïdal amorti au moyen d'impulsions identiques rythmées sur ses oscillations et à lire l'amplitude de régime A, n'est pas entrée dans la pratique des laboratoires. Elle présente pourtant, à divers points de vue, un réel intérêt; en particulier sa sensibilité la rend précieuse : si les impulsions surviennent au passage du mobile par sa position d'équilibre, à l'aller et au retour, la déviation A vaut $\left(1 - e^{-\frac{\lambda T}{2}}\right)^{-1}$ fois la déviation A_1, due à une impulsion unique tirant le mobile du repos. Ainsi, pour un amortissement $\lambda = 0,004$ et une période $T = 2$ secondes, le pouvoir multiplicateur serait d'environ 250.

II. Si la méthode de répétition *se prête difficilement à des mesures précises* ([1]), cela tient vraisemblablement à ce que le régime permanent n'est

([1]) Mascart. *L'Électricité et le Magnétisme*, t. II.

atteint qu'après un grand nombre d'impulsions, proportionnel d'ailleurs au pouvoir multiplicateur de l'appareil, et à ce que l'opération reste laborieuse alors même qu'on se placerait d'emblée, par artifice, au voisinage de l'état de régime. Il est d'autre part impossible de provoquer les impulsions, à la main, à l'instant précis où le mobile se trouve dans les mêmes conditions électromécaniques. Ces difficultés disparaissent par l'emploi d'appareils disposés de façon à produire automatiquement l'impulsion et à la répéter chaque fois que le mobile passe par la même figure.

III. Pour ces raisons j'ai construit, il y a quelques années, avec l'aide de M. Victor Guillet, divers types d'autobalistiques répétiteurs à rotation et à translation.

Voici la description d'un type d'autobalistique répétiteur à torsion d'une construction rapide :

Au fil de torsion choisi, serré par son extrémité supérieure dans un porte-foret, solidaire d'un bâti massif muni de vis calantes, est suspendue, toujours au moyen d'un porte-foret en laiton, une masse cylindrique solidaire d'un équipage constitué soit par un cadre galvanométrique, soit par un système astatique d'aimants. Un petit disque, mince et léger, engagé suivant son axe sur le fil, lui est invariablement fixé; un fil de cocon partant de la périphérie du disque est relié par son extrémité libre au pôle mobile d'un contact délicat. Si, à l'équilibre, le fil de cocon est tendu et le contact fermé, celui-ci s'ouvrira ou restera fermé, suivant que la torsion se produira dans le sens de l'enroulement du cocon sur le disque ou en sens inverse.

Le disque est placé près du point d'attache du fil de torsion; le déplacement du pôle mobile du contact (petit pendule armé d'une lame élastique, légère lamelle fixée à un fil fin tendu, etc.) est invisible et la perturbation exercée sur le mouvement est négligeable. Le pôle fixe est constitué par l'extrémité d'une pointe d'argent qu'une vis à large tête permet de déplacer micrométriquement par translation.

Si l'on désire s'affranchir du cocon, on suspend le fil de torsion à une plaquette métallique, libre de se mouvoir entre deux butées *très voisines*, suspendue elle-même au bâti de l'appareil par un ou plusieurs fils sans torsion; dès que l'équipage franchit sa position d'équilibre, la plaquette appuie contre l'une des butées de façon à fermer le circuit inducteur, et l'équipage continue sa route comme si le point d'attache du fil de torsion était désormais fixe. Au retour, la plaquette est entraînée en sens opposé et le circuit s'ouvre au passage du mobile par sa position d'équilibre.

Au moyen du fil lui-même et d'un fil auxiliaire (paillon recuit) qui le prolonge, on conduit au cadre galvanométrique les courants induits, au moment de l'ouverture et de la fermeture du contact, dans un transformateur approprié. Comme le cadre est disposé soit entre les branches d'un large aimant en U, soit dans une bobine alimentée par un courant auxiliaire dont l'axe est perpendiculaire au plan du cadre, les impulsions motrices se produisent dans les conditions indiquées plus haut. Dans certains cas, dans l'étude de la torsion par exemple et en vue de la suppression du fil de cocon, il est avantageux de faire usage du système astatique et de conduire les cou-

rants induits à la bobine fixe. Avec le contact à butées, le fil se trouve ainsi entièrement libre de toute liaison.

Afin de supprimer les actions perturbatrices provenant du contact, il est indispensable que ses deux pôles ne présentent jamais qu'une très faible différence de potentiel. On est ainsi conduit à utiliser un relais spécial très sensible, commandé par le contact et chargé d'ouvrir et de fermer le circuit inducteur aux instants prévus; le relais que j'ai construit permet, de plus, de ne laisser le circuit induit fermé qu'aux instants où l'induction se produit et de supprimer par suite, en très grande partie, l'effet Lenz, ce qui simplifie la théorie de l'appareil.

IV. Le système peut être établi dans des conditions telles que l'amplitude de régime ait pour valeur

$$A = \frac{\varepsilon}{\omega} e^{-\lambda\frac{\varphi}{\omega}} \sin\varphi \left(1 - e^{\lambda\frac{\pi}{\omega}}\right)^{-1}$$

avec, dans le cas du cadre, $\varepsilon = \frac{S\psi}{\Sigma mr^2} q$ (1).

Des déterminations auxiliaires fournissent, s'il est nécessaire, les valeurs des différents paramètres qui figurent dans ces équations : ω, λ, ...

L'autobalistique répétiteur s'adapte tout spécialement à l'étude de la torsion et de tous les phénomènes dans lesquels intervient un amortissement (frottement intérieur, courants de Foucault dans des disques conducteurs, etc.). Il se prête à l'étude magnétique des fers et aciers dans des conditions où le champ magnétisant est établi et supprimé un grand nombre de fois avant que la déviation A soit atteinte, etc.

En général le coefficient λ n'est pas constant, il augmente avec l'amplitude des oscillations; de plus, si l'effet Lenz n'est pas supprimé, ou rendu négligeable, l'équation de l'appareil se complique encore. On tourne la difficulté en ramenant la déviation à une même valeur choisie A, en faisant varier par exemple la résistance du circuit induit, et l'on exprime qu'alors une même quantité d'électricité q s'écoule à chaque impulsion.

Si, par exemple, r et r' sont les résistances du circuit induit, qui correspondent à une même valeur de A et du courant inducteur, le transformateur étant vide, puis renfermant le noyau de fer étudié, on aura

$$\mu = r' r^{-1}.$$

Ainsi employé, l'appareil n'intervient plus que par sa sensibilité.

---

(1) *Electrobalistique* (*Journal de Physique*, août 1907).

ÉLECTRICITÉ. — *Machines dynamo-électriques génératrices sans collecteur.* Note de M. C. LIMB, présentée par M. Lippmann.

Toutes les machines employées jusqu'à ce jour pour transformer l'énergie mécanique en énergie électrique, sous forme de courants alternatifs ou continus, se classent en deux catégories : les magnétos et les dynamos. A part quelques applications restreintes qui ne nécessitent qu'une puissance minime, les premières sont aujourd'hui abandonnées, précisément à cause de leur trop faible puissance massique. Or l'organe *indispensable à toutes les dynamos* est le *collecteur*, tout au moins celui de leur excitatrice, s'il s'agit d'alternateurs, étant bien convenu que l'on ne fera appel qu'à une source d'énergie mécanique. Même le redresseur de la machine de Clarke, ou de ses dérivées, est un collecteur, le plus simple de tous, à la vérité, puisqu'il ne comporte que deux lames isolées électriquement; mais cependant encore un collecteur.

Dans une Note récente (1), j'ai eu l'honneur d'exposer à l'Académie quelques expériences sur l'auto-excitation des alternateurs au moyen de soupapes électrolytiques. Ces machines, ainsi équipées, constituent des dynamos génératrices, à courants alternatifs, où tout collecteur est absolument supprimé.

Comme les soupapes sur lesquelles elles travaillent donnent des courants redressés, *aussi peu ondulatoires qu'on le désire*, on peut donc considérer également ces machines, au moins au point de vue théorique, comme des génératrices à courant continu, sans collecteur. Ainsi ce merveilleux organe, véritablement découvert et mis au point par le génie de Gramme, cet organe qui, on peut le dire, est seul cause du développement extraordinaire des applications industrielles de l'électricité, deviendrait désormais inutile, au moins théoriquement (je n'ose encore dire pratiquement).

Peut-être pourrait-on cependant, sans trop de prétention, prévoir d'ores et déjà la construction de génératrices, même à courant continu, pouvant rendre des services dans la pratique. On sait que la plus grande difficulté dans la construction et dans l'emploi des dynamos puissantes à courant continu réside dans le collecteur et dans les frotteurs ou balais destinés à capter le courant. Les génératrices employées dans les stations centrales, et plus encore dans les usines électrochimiques, génératrices qui débitent

---

(1) *Comptes rendus*, 18 mai 1908, p. 1014.

plusieurs milliers d'ampères, sont munies de monstrueux collecteurs et d'une véritable armée de balais frotteurs. Pour l'exploitant, l'entretien de ces organes est une préoccupation constante et, pour le constructeur, c'est là toute la difficulté. Il faut en effet, pour éviter les étincelles ou *crachements* aux balais, qui sont la principale cause de leur usure et de la rapide destruction du collecteur, étudier les formes des pièces polaires, l'induction magnétique, fractionner convenablement l'induit, etc., afin d'obtenir une bonne commutation sans étincelles; mais il reste toujours une incertitude à ce sujet, les calculs pratiques sur la commutation étant, il faut l'avouer, encore bien douteux.

Avec notre système, il suffirait de prévoir les soupapes avec des surfaces assez grandes; mais il est mieux encore d'en augmenter le nombre en multipliant les prises de courant sur l'enroulement induit, fixe de préférence, l'inducteur étant mobile. On augmente ainsi sans difficulté le nombre de phases, ce qui diminue les ondulations du courant redressé. Le résultat est absolument le même, à ce point de vue, que celui qu'on obtient en augmentant le nombre des lames d'un collecteur, c'est-à-dire le fractionnement de l'induit.

Quant aux génératrices à courant continu à très haute tension, 20000^{volts} ou 30000^{volts} et même davantage, elles deviennent d'une construction relativement facile, le collecteur étant supprimé. Dans ce cas il faut remplacer une soupape simple par un nombre suffisant de petites soupapes en tension : celles à clapet d'aluminium construites actuellement peuvent retenir jusqu'à 150^{volts} environ.

J'ai supposé l'emploi de soupapes électrolytiques, mais toute autre pourrait vraisemblablement convenir. C'est en perfectionnant cet organe qu'on obtiendra un rendement satisfaisant, ainsi qu'un bon fonctionnement de ces génératrices sans collecteur.

ÉLECTRICITÉ. — *La stabilité de l'arc alternatif, fonction du poids atomique des métaux-électrodes.* Note de MM. **C.-E. Guye** et **A. Bron**, présentée par M. A. Lippmann.

Dans une précédente Note (¹), nous avons fait ressortir le rôle capital que peut jouer la période d'extinction sur la valeur de la différence de potentiel

(¹) C.-E. Guye et A. Bron, *Différence de potentiel et stabilité de l'arc alternatif entre métaux* (*Comptes rendus*, séance du 25 mai 1908).

aux électrodes d'un arc alternatif entre métaux, même lorsque cet arc a toutes les apparences d'une grande stabilité.

Ces conditions nous paraissent éclairer d'un jour nouveau les résultats de recherches antérieures, résumées dans le Tableau ci-après.

Contrairement aux expériences de la Note précitée, ces expériences ont été effectuées *dans des conditions où la période d'extinction n'était certainement pas négligeable*.

Il est donc intéressant de les comparer avec celles de la Note précitée, où nous avions atteint les *conditions d'extrême stabilité*.

Différences de potentiel aux électrodes (volts efficaces) observées par MM. C.-E. Guye et B. Monasch (*Éclairage électrique*, 28 février, 14 mars et 4 avril 1903).

	C.	Mg.	Fe.	Ni.	Cu.	Ag.	Cd (*).	Pt.	Au.	
$d = 3^{mm}$	»	»	»	590	650	660	480	770	790	
$= 5$	»	»	»	770	825	830	670	920	950	I = 0,05 amp. efficaces
$= 7$		»	»	960	1010	1060	810	1000	»	
$d = 3$	»	500	650	650	690	710	550	830	880	
$= 5$	640	700	850	850	870	900	725	1000	1070	I = 0,04 »
$= 7$	»	890	1050	1050	1070	1100	840	1150	1270	
$d = 3$	»	600	690	740	780	790	730	»	1070	
$= 5$		820	910	930	980	990	900	»	1320	I = 0,03 »
$= 7$	»	1040	1130	1170	1180	1210	1080	»	»	
Poids atomiques.	12	24	56	59	63	108	111	194	197	

On voit qu'à l'exception du cadmium qui émet d'abondantes vapeurs, la différence de potentiel efficace est d'autant plus grande que le poids atomique du métal-électrode est plus élevé ; les différences sont cependant trop petites, les expériences insuffisamment nombreuses, et surtout le phénomène est trop complexe pour qu'il soit permis de tirer de ces observations une relation numérique quelconque.

Nous remarquons cependant, en nous appuyant sur les conclusions de la Note précitée, que les différences de potentiel, pour une même longueur d'arc et une même intensité de courant, peuvent être attribuées à la durée plus ou moins grande de la période d'extinction, qui serait d'autant plus prolongée que le poids atomique du métal-électrode est plus élevé. En d'autres mots, *pour que l'arc puisse se rétablir à chaque alternance, il faut que la différence de potentiel qui précède immédiatement l'allumage atteigne une valeur d'autant plus grande que le poids atomique du métal-électrode est lui-même plus grand.*

Reste à expliquer le pourquoi de cette corrélation.

L'explication qui nous paraît à la fois la plus simple et la plus probable doit être recherchée, nous semble-t-il, dans la loi de Dulong et Petit.

La chaleur spécifique étant en raison inverse du poids atomique, il en résulte que l'abaissement de température qui se produit à chaque extinction à la cathode est d'autant plus grand que le poids atomique est plus élevé. Il n'est donc plus surprenant que le réallumage de l'arc nécessite alors une différence de potentiel et par conséquent une durée plus grande de la période d'extinction ([1]).

Dans les conceptions actuelles sur le mécanisme de l'arc, on pourrait admettre aussi que les électrons projetés par la cathode incandescente et qui sont la condition nécessaire à l'établissement de l'arc doivent prendre une vitesse d'autant plus grande que la vapeur métallique adjacente qu'ils doivent ioniser a un poids atomique plus élevé.

Cette vitesse étant précisément déterminée par la différence de potentiel, la conséquence serait également une prolongation de la période d'extinction.

Les deux explications ne s'excluent d'ailleurs pas l'une l'autre.

PHYSIQUE. — *Sur l'orientation des cristaux par le champ magnétique. Importance, au point de vue de la symétrie cristalline, des propriétés optiques des liqueurs mixtes.* Note de MM. **A. Cotton** et **H. Mouton**, présentée par M. J. Violle.

I. Les expériences de Faraday et la théorie des phénomènes magnéto-cristallins ont conduit à admettre que, dans un champ magnétique uniforme, un fragment cristallin tend à prendre une orientation qui ne dépend ni de sa forme ni du milieu qui l'entoure (les métaux ferro-magnétiques et leurs sels étant exclus). Dans une Note récente, M. Meslin ([2]) arrive à la conclusion que cette opinion classique serait inexacte dans certains cas. Nous nous proposons d'abord de montrer que le calcul de M. Meslin, d'ailleurs exact, ne conduit pas à modifier en quoi que ce soit les conclusions admises depuis

---

([1]) Cette manière de voir suppose que les conditions de refroidissement sont sensiblement les mêmes dans une même série horizontale. Ce devait être approximativement le cas dans ces expériences. Les électrodes métalliques étaient en effet très courtes et fixées toujours aux extrémités de deux mêmes tiges de cuivre. En outre, aux très hautes températures, le refroidissement par rayonnement (approx. loi de Stefan) doit être prépondérant et peu différent d'un métal à l'autre. D'autre part, la conductibilité calorifique des métaux diminue avec la température, ce qui contribue à assurer encore la prépondérance au refroidissement par rayonnement.

([2]) Meslin, *Comptes rendus*, t. CXLVI, 22 juin 1908, p. 1305.

Faraday, si l'on tient compte de l'ordre de grandeur des quantités qui entrent en jeu.

Considérons, avec M. Meslin, un ellipsoïde cristallin mobile autour d'un de ses axes c et placé dans un champ magnétique uniforme. Soient a, b les longueurs des deux autres axes, k_1, k_2 les valeurs correspondantes de la *perméabilité*, k la perméabilité du milieu ambiant. M. Meslin trouve que, si l'on a $a > b$, $k_1 < k_2$, le cristal change d'orientation pour une valeur de k qui est racine d'une équation du second degré que l'on peut former. Or, si l'on transforme cette équation en mettant en évidence les susceptibilités x ($k = 1 + 4\pi x$) et si l'on tient compte de l'ordre de grandeur connu de ces coefficients, on trouve que l'une et l'autre des racines de cette équation (qu'il faudrait envisager toutes deux) ne sont pas d'un ordre de grandeur acceptable. Il faudrait, pour qu'il en soit ainsi, que $x_1 - x_2$ soit de l'ordre de 10^{-11} ou 10^{-12}. Une substance dont les susceptibilités principales différeraient aussi peu serait sollicitée par un couple très faible ([1]) et l'on ne pourrait, dans les conditions ordinaires, observer son orientation.

II. Le fait que dans un champ *magnétique* l'orientation d'un fragment cristallin ne dépend pas du milieu qui l'entoure simplifie considérablement l'étude des propriétés magnéto-optiques des liqueurs mixtes, propriétés qui qui dépendent, comme on sait, de cette orientation. Les valeurs de la perméabilité des liquides ne jouent aucun rôle et la seule façon simple de grouper les faits consiste à classer ensemble les liqueurs dérivées d'un même solide. Cette remarque est indépendante de toute théorie optique du dichroïsme magnétique. Nous avons montré ailleurs ([2]) comment on peut préciser cette théorie et rendre compte des faits connus jusqu'ici. M. Chaudier, dans sa thèse récente sur les propriétés électro-optiques des liqueurs mixtes, a été conduit, sans connaître notre travail, à admettre (en ce qui concerne le dichroïsme) une explication qui revient à la nôtre ([3]). Il a

---

([1]) Le couple qui s'exerce sur un ellipsoïde isotrope, de susceptibilité x', dans un milieu de susceptibilité x, est proportionnel à $(x - x')^2$, tandis que celui qui agit, toutes choses égales d'ailleurs, sur un ellipsoïde cristallin est proportionnel à $x_1 - x_2$. En prenant même $x - x' = 10^{-6}$ le couple exercé sur l'ellipsoïde isotrope est environ 10^5 fois plus petit que sur un ellipsoïde identique en spath. Or les couples sont encore plus petits si *l'effet forme* et *l'effet cristal* dont parle M. Meslin s'opposent l'un à l'autre.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XI, juillet 1907, p. 330 (note 3).

([3]) Pour ce qui concerne la biréfringence magnétique, que nous expliquons en considérant la lumière transmise par les fragments cristallins (supposés uniaxes pour simplifier), nous ferons remarquer que nos prévisions relatives à la règle de Majorana se sont trouvées vérifiées par les observations de M. Chaudier (*Thèse de Doctorat*, Paris, 1908).

obtenu des résultats très simples en classant les liqueurs comme on vient de le dire.

III. Nous ajouterons que les phénomènes présentés par les liqueurs mixtes nous paraissent présenter un certain intérêt au point de vue de l'étude des symétries, si l'on poursuit simultanément, comme l'a fait M. Chaudier, l'étude des phénomènes magnéto- et électro-optiques.

Les propriétés magnétiques d'un cristal sont représentées (en première approximation) par un ellipsoïde E_m dont le grand axe tend à se placer dans la direction du champ magnétique. Les propriétés électriques sont représentées par un autre ellipsoïde E_e dont le grand axe se dirige aussi suivant les lignes de force, si les cristaux ne sont pas trop allongés. Enfin les propriétés optiques, pour une radiation donnée, sont représentées par un troisième ellipsoïde E_o. On ne peut rien dire actuellement de général sur les relations de ces trois ellipsoïdes, sinon que les éléments de symétrie du cristal leur appartiennent à tous trois.

En poursuivant l'étude des propriétés optiques des liqueurs mixtes, on peut préciser ces relations dans certains cas, et l'on pourrait même parfois reconnaître les éléments de symétrie eux-mêmes. Les observations sur les dichroïsmes magnétique et électrique suffiraient déjà à diviser les cristaux en deux groupes : ceux où les grands axes de E_m et E_e coïncident, et ceux où il en est autrement. Dans le premier cas, les deux dichroïsmes ont le même signe et la même valeur à saturation : M. Chaudier en a rencontré des exemples. Plaçons-nous dans le second cas; on pourrait distinguer une substance orthorhombique d'une substance uniaxe en faisant agir sur la liqueur *simultanément* deux champs à angle droit, l'un magnétique, l'autre électrique. *Tous les petits fragments qu'elle contient se trouveraient en effet complètement orientés de la même façon.* Observons successivement la liqueur dans les directions des deux champs : si la matière en suspension est uniaxe, on trouvera que pour l'une de ces deux directions la liqueur mixte reste isotrope.

On voit ainsi comment l'étude des liqueurs mixtes peut renseigner sur les propriétés des cristaux microscopiques qu'elles renferment, propriétés que dans bien des cas il serait impossible d'étudier autrement.

PHYSIQUE. — *Les phénomènes de Bose et les lois de l'électrisation de contact.* Note de M. **Édouard Guillaume**, présentée par M. J. Violle.

M. J.-C. Bose (Calcutta) a signalé la propriété suivante [1]:

Un fil métallique tordu brusquement au sein d'un électrolyte manifeste un

---

[1] J.-C. Bose, *Response in the Living and non-Living*, Calcutta, 1902, et *J. de Phys.*, 4e série, t. I, 1902, p. 481.

phénomène électrique momentané (réponse électrique) *décelé par un galvanomètre balistique. Si l'on tord le fil plusieurs fois de suite, l'intensité du phénomène diminue ; en laissant le fil* se reposer, *les décharges réapparaissent à la torsion*. C'est ce phénomène que M. Bose nomme *la fatigue* de la matière.

Une étude expérimentale m'a conduit aux résultats suivants :

1° Un fil métallique *parfaitement propre*, tordu au sein d'un électrolyte qui ne l'attaque pas, ne donne *aucun* phénomène électrique.

2° Si le métal est altérable (Cu, Zn, etc.), on pourra, en tordant brusquement le fil après l'avoir laissé quelque temps dans l'électrolyte, observer un phénomène électrique momentané. Le fil s'est recouvert d'une mince *couche* grisâtre et :

a. La déviation du galvanomètre est toujours *de même sens* quelle que soit la façon dont on tord le fil ;

b. Pour un même angle de torsion et pour des opérations faites périodiquement, l'arc d'impulsion du galvanomètre est dans certaines limites proportionnel à cette période (phénomène de fatigue) ;

c. Les arcs d'impulsion du galvanomètre sont, pour des opérations faites à des intervalles de temps égaux, dans certaines limites proportionnels aux angles de torsion ;

d. La proportionnalité des impulsions à celles que donne un phénomène d'induction lorsqu'on fait varier dans une large mesure la résistance du circuit montre que le phénomène de Bose est *une force électromotrice instantanée*, qui peut atteindre un millivolt-seconde.

3° Si le métal est peu altérable (Ag, Pt, etc.) on pourra, en tordant le fil dans l'électrolyte, obtenir néanmoins une force électromotrice instantanée appréciable, en ayant soin de recouvrir le fil d'une *mince couche poreuse* pratiquement inattaquable dans les conditions de l'expérience. Par exemple, un fil d'argent peut être recouvert d'une mince couche poreuse d'iodure d'argent, un fil de platine d'une mince couche de kaolin durci au feu ou d'une mince couche de gélatine. Les déviations du galvanomètre décroissent alors avec leur nombre sans que le repos du fil permette de retrouver les déviations primitives. Le revêtement du fil *se désagrège* sous l'influence de la torsion. Ceci explique le phénomène de *fatigue*.

4° On prévoit la *grandeur relative* et le *signe* de la force électromotrice instantanée par les *règles de l'osmose électrique* de M. J. Perrin ; les nombres

suivants se rapportent à un fil de platine recouvert de gélatine :

Nature des ions agissants.	Nature de la solution en molécules-grammes par litre.	Signe.	Force électromotrice instantanée en microvolts-secondes	Observations.
OH^-	$\frac{1}{1000}$ NaOH	—	33,7	
$OH^- + SO_4^{--}$	$\frac{1}{1000}$ NaOH + $\frac{1}{1000}$ Na_2SO_4	—	31,8	Sans action
H^+	$\frac{1}{1000}$ HCl	+	36,0	
$H^+ + SO_4^{--}$	$\frac{1}{1000}$ HCl + $\frac{1}{1000}$ Na_2SO_4	+	15,8	Affaiblissement
OH^-	$\frac{1}{1000}$ KOH	—	40,0	
$OH^- + FeCy_6^{----}$	$\frac{1}{1000}$ KOH + $\frac{1}{1000}$ $FeCy_6K_4$	—	39,6	Sans action
H^+	$\frac{1}{1000}$ HCl	+	36,0	
$H^+ + FeCy_6^{----}$	$\frac{1}{1000}$ HCl + $\frac{1}{1000}$ $FeCy_6K_4$	—	35,5	Changem^t de signe
H^+	$\frac{1}{1000}$ HCl	+	33,7	
$H^+ + Ba^{++}$	$\frac{1}{1000}$ HCl + $\frac{1}{1000}$ $Ba(NO_3)_2$	+	36,0	Sans action
OH^-	$\frac{1}{1000}$ NaOH	—	33,7	
$OH^- + Ba^{++}$	$\frac{1}{1000}$ NaOH + $\frac{1}{1000}$ $Ba(NO_3)_2$	—	19,1	Affaiblissement
H^+	$\frac{1}{1000}$ HCl	+	38,	
$H^+ + La^{+++}$	$\frac{1}{1000}$ HCl + $\frac{1}{1000}$ $La(NO_3)_3$	+	36,0	Sans action
OH^-	$\frac{1}{50}$ KOH	—	42,4	
$OH^- + La^{+++}$	$\frac{1}{50}$ KOH + $\frac{1}{1000}$ $La(NO_3)_3$	—	2,5	Affaibl^t considérable
$OH^- + La^{+++}$	$\frac{1}{1000}$ KOH + $\frac{1}{500}$ $La(NO_3)_3$	+	1,2	Changem^t de signe

Le phénomène de Bose se rattache donc, par un mécanisme encore inexpliqué, à des propriétés connues; il est inutile d'attribuer à la matière minérale certaines propriétés de la matière vivante.

PHYSIQUE. — *Le phénomène de Bose-Guillaume et l'électrisation de contact.* Note de M. **Jean Perrin**, présentée par M. J. Violle.

L'analyse expérimentale par laquelle M. Guillaume a relié aux règles d'électrisation que j'ai données [1] un phénomène jusqu'ici resté isolé peut se résumer comme il suit :

1° Si l'on plonge dans un électrolyte deux fils d'un même métal dont l'un est habillé d'une gaine poreuse et si l'on tord ce dernier, il cesse d'être au même potentiel que l'autre. La force électromotrice ainsi développée par une torsion donnée disparaît très rapidement.

---

[1] *Comptes rendus*, 1903, et surtout *Journal de Chimie physique de Genève*, 1903-1904.

2° Le sens et la grandeur de cette force électromotrice sont déterminés par la présence de certains ions, même en quantités très petites. Ce sont précisément les ions dont j'ai montré qu'ils déterminent le sens et la grandeur de l'électrisation que prend un diélectrique par contact avec l'électrolyte.

De façon plus précise, les ions H^+ et OH^- agissent très fortement, en sens inverse l'un de l'autre, mais sont *paralysés* par les ions polyvalents du signe opposé. La corrélation est frappante et le Tableau numérique donné par M. Guillaume présente un parallélisme évident avec ceux que j'ai publiés.

Reste à trouver le mécanisme qui explique cette corrélation. Je propose l'explication suivante :

La gaine spongieuse du fil en expérience, imbibée par la liqueur, se charge au contact de celle-ci tout le long de l'énorme surface de ses replis. La liqueur qui l'imprègne contient donc un excès de charges du signe inverse (couche double de Quincke-Helmholtz).

Si alors on tord le fil, ce qui tord la gaine spongieuse, un peu de ce liquide *chargé* suinte de cette éponge vers l'électrolyte extérieur, d'où résulte une différence de potentiel entre les deux fils qui se trouvent de part et d'autre de la gaine. Cette différence de potentiel sera donc déterminée par les causes qui agissent sur l'électrisation de contact entre la matière de la gaine et la liqueur. Il est aisé de voir que ceci est en très bon accord avec chacun des résultats de M. Guillaume.

Le phénomène peut être rapproché de celui qu'on obtient en faisant filtrer un électrolyte au travers d'un diaphragme poreux : l'entraînement de charges de contact par la liqueur produit de part et d'autre du diaphragme une différence de potentiel notable (*force électromotrice de filtration*).

PHYSIQUE. — *Sur une relation entre les propriétés magnétiques et les propriétés chimiques de sels complexes dérivés du fer.* Note de M. **P. Pascal**, présentée par M. D. Gernez.

Dans le travail que je résume ici, j'ai déterminé la susceptibilité magnétique de diverses solutions, contenant toutes le même poids de fer au centimètre cube, mais à divers états. Je me suis servi dans ce but de la méthode bien connue de la dénivellation dans un tube en U, dont une branche est dans l'entrefer d'un électro-aimant, et l'autre à l'extérieur du champ magné-

tique (¹). D'ailleurs, par mesure de précaution, j'ai constaté que les réactifs servant à la préparation des solutions ne modifiaient pas, de façon appréciable, les propriétés magnétiques de l'eau, au moins au degré de dilution où je les employais.

Mes expériences ont porté sur des solutions de chlorure $FeCl^3$, de ferricyanure de potassium $Fe^2(CAz)^{12}K^6$, de ferripyrophosphate de sodium $Fe^2(P^2O^7)^3Na^6$, de ferrimétaphosphate $Fe^2(PO^3)^{12}Na^6$, et aussi sur une solution ammoniacale de pyrophosphate ferrique contenant des sels complexes encore à l'étude. Toutes ces solutions contenaient $2^g,85$ de fer par litre.

En prenant pour valeur de la susceptibilité magnétique de l'eau $-7,5.10^{-7}$ C.G.S. à la température des expériences, soit 300° absolus, j'ai trouvé, pour susceptibilités des diverses solutions :

Ferricyanure de potassium	$-6,55\ .10^{-7}$
Solution ammoniacale de pyrophosphate ferrique	$-3,71\ .10^{-7}$
Ferripyrophosphate de sodium	$-2,39\ .10^{-7}$
Ferrimétaphosphate de sodium	$-0,660.10^{-7}$
Chlorure ferrique	$-1,20\ .10^{-7}$

On voit donc que le diamagnétisme de l'eau est fort peu diminué par le ferricyanure, davantage par le ferripyrophosphate, beaucoup plus et presque au même degré par le ferrimétaphosphate et le chlorure ferrique.

Or les caractères analytiques des solutions correspondantes peuvent être résumés dans ce Tableau :

	Sels ferriques.	Ferrimétaphosphate.	Ferripyrophosphate.	Sel ammoniacal.	Ferricyanures.
AzH^4HS...	précipité	précipité	précipité	précipité	décoloration
NaOH.....	»	coloration rouge	coloration rouge	rien	rien
$FeCy^6K^4$...	»	coloration bleue	rien	»	»

On constate donc une variation parallèle des caractères magnétiques et analytiques du fer dans ces divers composés.

Il était intéressant, comme vérification, de détruire dans une des solutions le complexe ferrique par un acide, pour voir si le retour vers les sels ferriques ordinaires serait accompagné d'un paramagnétisme croissant. Voilà les résultats concluants obtenus sur ce point.

(¹) Les champs employés ont varié de 4000 à 25000 gauss.

Une solution ammoniacale de pyrophosphate ferrrique à $2^{g},1$ de fer par litre a une susceptibilité égale à $-4,63.10^{-7}$. Quand on forme une solution ayant même titre en fer et ammoniaque, mais contenant en plus $\frac{1}{10}$ de HCl, on trouve pour susceptibilité $-2,52.10^{-7}$. De plus, la solution acide présente alors les caractères atténués des sels de fer. On a donc eu à la fois accentuation du paramagnétisme et des caractères ferriques, sans être cependant, même à chaud, revenu à l'état de sels ferriques ordinaires, ce qu'indique d'ailleurs la coloration encore verdâtre de la solution.

Inversement, l'addition de potasse à un ferripyrophosphate a relevé le diamagnétisme de la solution, comme l'aurait fait l'ammoniaque. Il était à prévoir la formation d'un dérivé complexe, et non une rétrogradation du sel complexe initial ; c'est en effet ce que montrent les réactifs ordinaires du fer.

Il semble donc bien démontré que, dans cette famille de composés complexes du même type, la dégradation des propriétés chimiques du fer, au point de vue analytique, s'accompagne d'une dégradation parallèle de ses propriétés d'élément magnétique.

J'ajouterai que ces solutions présentent, comme l'eau, le phénomène de la polarisation rotatoire magnétique. De plus on constate sur le ferrimétaphosphate et surtout sur le ferripyrophosphate, le phénomène de la biréfringence magnétique (Q. Majorana, Cotton et Mouton), dont le chlorure ferrique semble privé aux concentrations employées.

PHYSIQUE. — *Note sur les chaleurs d'échauffement de la barytine, de la withérite et de la chaux fondue.* Note (¹) de M. **Latschenko**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Ces expériences ont été entreprises dans le but de rechercher si les variations de la chaleur d'échauffement des corps aux températures élevées pouvaient donner l'explication de quelques difficultés rencontrées dans certaines applications des lois de la Mécanique chimique, à la dissociation du carbonate de chaux, par exemple.

L'échantillon du corps étudié était chauffé dans un petit creuset, fermé par un couvercle, percé d'un trou pour laisser passer le thermomètre. On

(¹) Reçue dans la séance du 29 juin 1908.

maintenait la température fixe pendant 10 minutes, puis on prenait le creuset avec une pince pour le porter au-dessus du calorimètre et l'on renversait brusquement le corps dans l'eau du calorimètre. On s'est assuré que pendant le transport il n'y avait pas de changement appréciable de température à l'intérieur du creuset, sa surface extérieure se refroidissant seule. Le calorimètre était du modèle de Berthelot, avec un vase intérieur en platine d'un demi-litre de capacité. Les poids de corps employés ont varié, suivant la température initiale et suivant la nature du corps, de 3^{g} à 7^{g}, de façon à avoir toujours dans le calorimètre une élévation de température supérieure à 1°.

Barytine. — Une première série d'expériences a porté sur le sulfate de baryte naturel, corps ne présentant aucun changement moléculaire, au moins jusqu'à 1000°, limite supérieure des températures étudiées. Le Tableau numérique ci-dessous et la courbe annexée donnent les valeurs des chaleurs spécifiques moyennes à partir de la température de 150° :

Température.	Chaleur spécifique.	Température.	Chaleur spécifique.
°		°	
150	0,114	500	0,129
170	0,115	890	0,132
300	0,125	1050	0,129

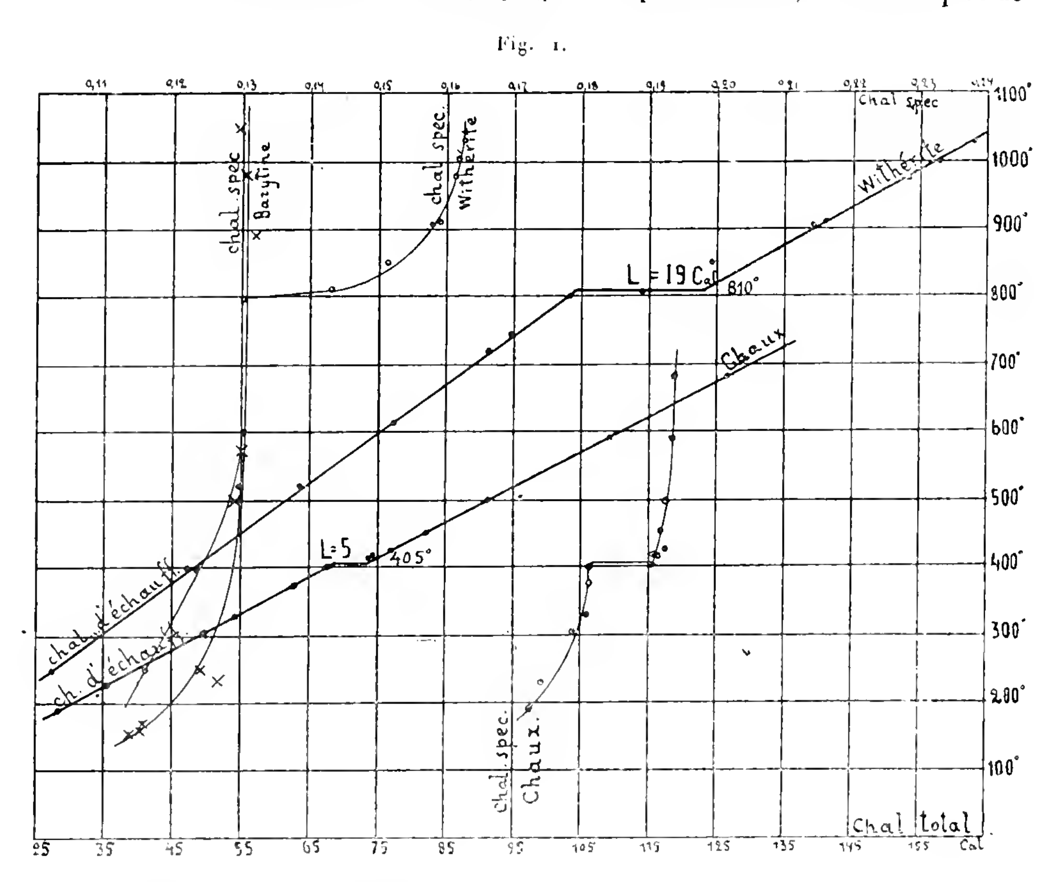
La chaleur spécifique de la barytine croît donc d'abord régulièrement jusqu'à 500° environ et ensuite reste sensiblement constante depuis 500° jusqu'à 1050° avec la valeur moyenne de 0,13.

Withérite. — On sait que le carbonate de baryte présente vers 800° une transformation moléculaire accompagnée d'un changement calorifique important. Les mesures faites ont confirmé l'existence de cette transformation et montré qu'elle était accompagnée à l'échauffement d'une absorption de 19 petites calories par 1^{g} de matière. soit 3,75 grandes calories pour un poids moléculaire $= 197^{g}$. Le Tableau ci-dessous et les courbes donnent les chaleurs d'échauffement observées et la chaleur spécifique moyenne brute, calculée en divisant cette chaleur d'échauffement par l'écart des températures.

Température.	Chaleur totale d'échauffement.	Chaleur spécifique.
°	Cal	Cal
250..........	26,9	0,116
520..........	63,3	0,126
720..........	91,0	0,130
800..........	103,3	0,130
810..........	113,4	0,143
850..........	124,4	0,151
905..........	138,7	0,158
975..........	153,2	0,161
1030..........	163,2	0,162

Chaux fondue. — Les expériences ont été faites sur de la chaux fondue au four électrique. On avait espéré pouvoir, en raison de la compacité de cette chaux, employer la méthode calorimétrique ordinaire consistant à plonger directement le corps dans l'eau d'un calorimètre. Mais les expériences ont montré que, si cette supposition était exacte avec un morceau de chaux employé pour la première fois, il n'en est plus de

Fig. 1.



même après des chauffages répétés. La chaux se fendille peu à peu et acquiert une plus grande aptitude à l'hydratation rapide, et la chaleur résultant de cette réaction avec l'eau du calorimètre fausse les mesures. Voici les chaleurs successives obtenues en répétant l'expérience plusieurs fois sur le même échantillon à la température de 400° :

Première expérience.	Deuxième expérience.	Troisième expérience.	Quatrième expérience.
0,180	0,182	0,190	0,199

Les expériences ont été finalement faites avec le pétrole comme liquide calorimétrique. Le Tableau ci-après et les courbes résument les résultats des expériences. On en a rapproché quelques chiffres obtenus avec l'eau dans des expériences où le morceau

de chaux servait pour la première fois. Les résultats, dans ce cas, sont identiques avec les deux liquides.

Température.	Chaleur totale d'échauffement.	Calorimètre à l'eau en calories-grammes.	Calorimètre au pétrole en calories-grammes.
190°	28,4	0,171	0,172
225	35,1	»	0,174
290	49,8	0,179	0,179
375	63,4	»	0,181
400	67,9	0,181	0,181
415	74,4	»	0,190
450	80,9	0,191	0,191
500	91,3	»	0,192
590	109,2	»	0,193
680	126,5	»	0,193

Ces expériences conduiraient à admettre l'existence d'un changement moléculaire se produisant à 405°-410° accompagné d'une absorption de chaleur latente assez faible, 5 petites calories pour 1g ou 0,28 grande calorie pour un poids moléculaire de 56g. Ce résultat demanderait à être confirmé par l'étude d'autres propriétés physiques de la chaux.

RADIOGRAPHIE. — *Sur le développement des clichés en radiographie.* Note de M. **Maxime Ménard**, présentée par M. Edmond Perrier.

Le développement des clichés en radiographie joue un rôle des plus importants. Si je m'en rapporte à mes expériences personnelles, un cliché trop développé ou au contraire insuffisamment *poussé* ne reproduira pas tous les détails anatomiques d'une région méthodiquement radiographiée, la technique employée étant la même pour chacune des épreuves à comparer.

Première expérience. — Si je considère, par exemple, les radiographies 1, 2 et 3 (reins dont les artères sont injectées avec une solution contenant en suspension de la craie et du sulfure rouge de mercure), je remarque que le parenchyme rénal est nettement visible sur la radiographie n° 3, tandis qu'il l'est à peine sur la radiographie n° 1, pour ne plus l'être du tout sur la radiographie n° 2.

Deuxième expérience. — Les radiographies 4 et 5 représentent les deux genoux du cadavre d'un enfant de 6 ans. Sur l'épreuve n° 5 nous voyons le quadriceps crural et son tendon, le tendon rotulien, etc.; toutefois les condyles du fémur et du tibia sont à peine visibles.

La radiographie n° 4, dont le développement est un peu plus *poussé* que celui de la

précédente, nous permet au contraire de voir plus parfaitement le squelette. En revanche, les masses musculaires et tendineuses sont moins visibles que sur l'épreuve n° 5; certaines même ont complètement disparu.

Troisième expérience. — Les épreuves nos 6 et 7 représentent les $\frac{2}{3}$ inférieurs de la jambe d'un enfant de 8 ans atteint d'une fracture du tibia.

La radiographie n° 6, incomplètement développée, ne laisse pas apercevoir ni même soupçonner la moindre solution de continuité du tissu osseux.

L'épreuve n° 7, dont le développement est suffisant, montre très nettement le trait de fracture de même que certains détails d'architecture du tibia et du péroné.

Quatrième expérience. — Les radiographies nos 8 et 9 sont celles des deux genoux d'un homme de 35 ans. La radiographie du genou gauche, insuffisamment développée, ne donne pas trace de la rotule, visible au contraire sur la radiographie du genou droit.

La technique suivie ayant été la même pour les différentes radiographies de chacune des séries de mes expériences, le développement seul des clichés ayant varié, je crois pouvoir conclure que :

1° *Avec un même bain de développement on peut, en radiographie; modifier l'énumération des détails anatomiques visibles et même en supprimer un certain nombre, cela en poussant plus ou moins le développement du cliché.*

2° *L'anatomie est donc un guide précieux pour qui est appelé à développer un cliché radiographique.*

PHYSICO-CHIMIE. — *Influence du milieu sur les mouvements browniens.* Note de M. **Victor Henri**, présentée par M. A. Dastre.

Dans la séance du 18 mai, j'ai indiqué la technique de la mesure des mouvements browniens et les premiers résultats relatifs à ces mouvements dans l'eau distillée. J'ai entrepris l'étude des phénomènes de coagulation et d'agglutination en faisant des cinématographies microscopiques d'émulsions très fines additionnées de quantités variables de l'agent coagulant. Les résultats que je présente ont été obtenus avec le latex de caoutchouc dilué environ 500 fois; la grosseur des grains est en moyenne de 1^{μ}.

Dans une Note antérieure (25 février 1907) j'avais montré que le latex de caoutchouc est *coagulé* par des acides et que ce même latex est *agglutiné* par l'addition d'alcalis; dans le premier cas, les granules se réunissent entre eux en formant un réseau à mailles très fines; avec les alcalis, au contraire, on obtient des amas de granules irréguliers ne présentant aucune structure définie.

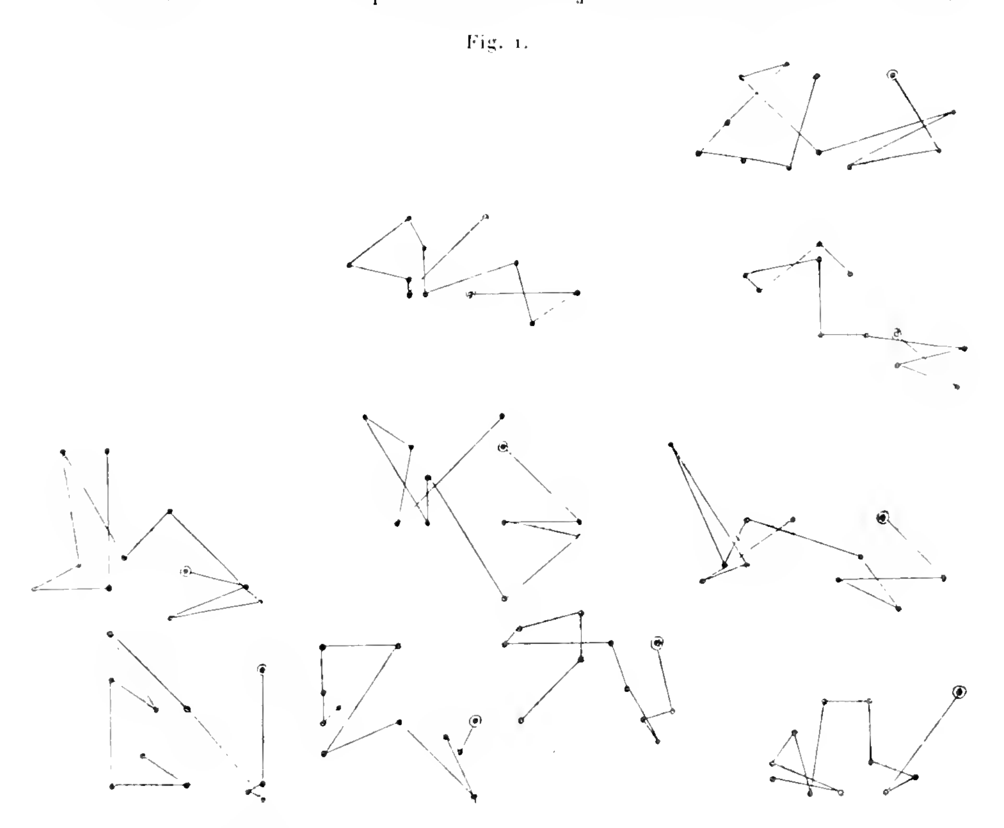
J'ai fait des microphotographies cinématographiques avec un grossisse-

ment de 600 diamètres de latex dilué additionné de quantités croissantes d'acide chlorhydrique ou acétique, de soude, d'urée et d'alcool, et j'ai étudié les images obtenues pour des doses de ces corps qui ne produisent pas de coagulation. L'urée a été choisie comme type d'un corps qui ne coagule pas le latex et qui n'est pas un électrolyte; l'alcool est un coagulant.

Résultats. — *Les mouvements browniens sont ralentis par l'addition d'un agent coagulant avant le phénomène de coagulation. En présence d'alcali, ces mouvements sont deux fois plus lents, et en présence d'acide ils sont neuf fois plus faibles que dans l'eau distillée.*

Les trois figures suivantes représentent les trajectoires des mouvements des gra-

Fig. 1.



nules dans l'eau distillée, dans la soude $\frac{1}{10}$ normale et dans l'acide chlorhydrique $\frac{1}{32}$ normale; ces trajectoires sont tracées à la même échelle et l'intervalle de temps entre deux positions successives d'un granule est égal à $\frac{1}{20}$ de seconde.

Les mesures des déplacements correspondant à $\frac{1}{20}$ de seconde ont donné en moyenne :

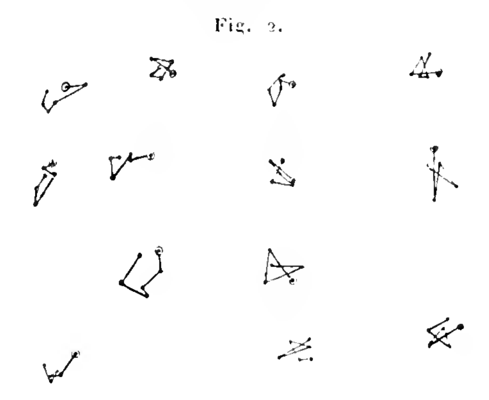
	μ
Dans l'eau distillée.	0,62
» la soude $\frac{1}{10}$ N.	0,31
» H Cl $\frac{1}{32}$ N.	0,07

Ces nombres sont des moyennes des déplacements moyens pour 10 granules dans la solution alcaline et 12 granules dans l'acide; voici les valeurs de ces déplacements moyens :

	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ
Eau distillée...	0,58	0,55	0,52	0,56	0,70	0,64	0,67	0,71	0,55	0,70	»	»
Alcali.........	0,27	0,37	0,23	0,25	0,31	0,38	0,37	0,27	0,27	0,37	»	»
Acide.........	0,05	0,06	0,05	0,07	0,06	0,06	0,07	0,10	0,08	0,05	0,08	0,08

Avec de l'acide acétique, on obtient le même ralentissement, seulement on est obligé de prendre de l'acide beaucoup plus dilué, égal à $\frac{1}{1000}$ normale; remarquons

Fig. 2.



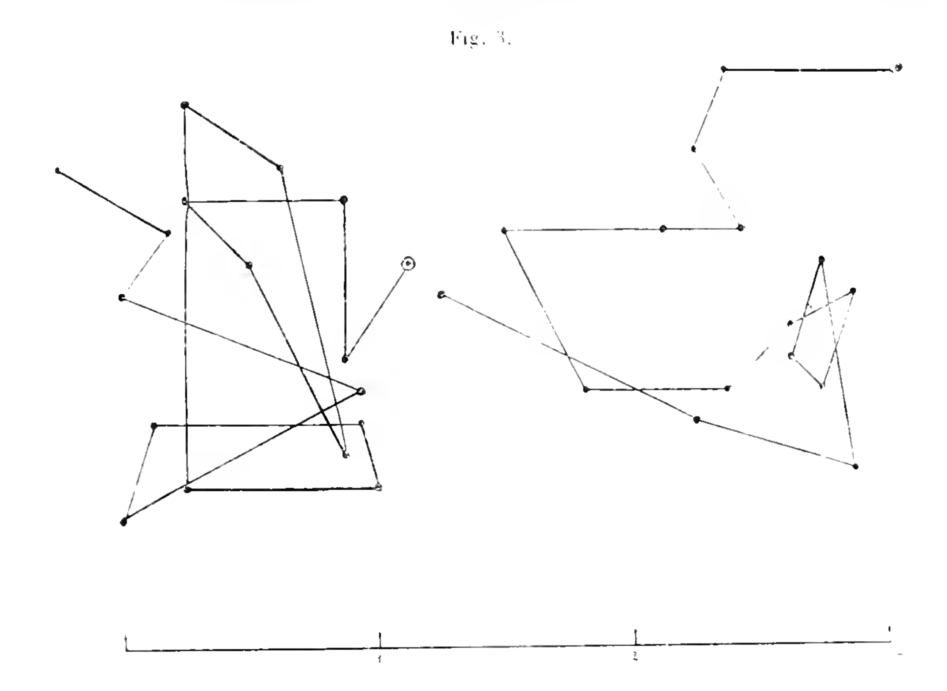
que l'acide acétique coagule le latex pour une dose bien plus faible que l'acide chlorhydrique.

Je me suis demandé si ce ralentissement des mouvements browniens, qui se produit avant la coagulation n'était, pas dû à des variations d'électrisation des granules produites par les ions H ou OH; pour examiner cette question, j'ai fait des cinématographies de latex additionné d'alcool. Dans ce cas, on trouve avant la coagulation un ralentissement tout aussi intense que celui obtenu avec l'acide. Enfin, l'addition d'un corps comme l'urée qui ne coagule pas le latex ne change pas les mouvements browniens.

Il semble que l'on doive chercher l'explication de ces phénomènes dans l'adsorption de l'agent coagulant par les granules du latex; en effet des mesures d'adsorption m'ont montré que ces granules adsorbent un peu les

alcalis et qu'ils adsorbent très fortement les acides; il se formerait donc autour de chaque granule une zone d'adsorption contenant des molécules

Fig. 3.



de l'agent coagulant, qui sont retenues par le granule, et c'est cette liaison entre les granules et le coagulant qui produirait le ralentissement des mouvements browniens.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouvel iodure de titane, l'iodure titaneux* TiI^2. Note de MM. **Ed. Defacqz** et **H. Copaux**, présentée par M. A. Haller.

Il n'avait été isolé jusqu'alors qu'un seul composé d'iode et de titane, le tétraiodure préparé et étudié par Hautefeuille (1); il s'obtient en faisant agir l'acide iodhydrique gazeux sur le tétrachlorure de titane. En poursuivant l'étude de quelques propriétés de cette combinaison, nous avons constaté que le mercure et l'argent, agissant soit par voie humide, soit par voie

(1) Hautefeuille, *Bull. Soc. chim.*, 2e série, t. VII, 1867, p. 201.

sèche, étaient capables de la réduire pour donner naissance à un nouveau composé, le biiodure; le procédé qui nous a donné les meilleurs résultats est fondé sur la voie sèche.

Préparation. — On prépare d'abord le tétraiodure par le procédé décrit par Hautefeuille [1], puis, dans un tube de porcelaine de 3cm de diamètre environ, au bout duquel on place des récipients destinés à recevoir les produits volatilisés, on dispose à la suite l'une de l'autre deux nacelles; dans l'une on introduit du mercure et dans l'autre, qui se trouve du côté des récipients à condensation, le tétraiodure de titane.

L'appareil est traversé par un courant d'hydrogène sec; quand l'air est complètement chassé par l'hydrogène et tout en continuant le courant de gaz, on chauffe doucement la partie du tube où se trouve la nacelle qui contient le tétraiodure, puis celle qui contient le mercure; on élève graduellement la température; il se forme un sublimé qui contient de l'iodure de mercure et du tétraiodure qui n'a pas réagi; quand le tube a atteint la température du rouge sombre, on cesse de chauffer et on laisse l'appareil se refroidir dans le courant d'hydrogène.

La préparation est très délicate à réaliser; généralement les nacelles sont vides et le biiodure formé se trouve à l'état cristallisé près de la sortie du tube et non loin de la nacelle qui avait contenu le tétraiodure.

Propriétés. — Quand l'opération a été bien réussie, l'iodure titaneux obtenu se présente cristallisé sous la forme de fines lamelles noires et brillantes, infusibles et non volatiles, très hygroscopiques. Sa densité, prise dans la benzine, est de 4,3 à + 20°. L'alcool absolu, l'éther anhydre, le chloroforme, le sulfure de carbone, la benzine quand ils sont secs ne possèdent aucune propriété dissolvante. L'iodure titaneux n'est pas réduit par l'hydrogène au rouge sombre, mais il l'est complètement à la température du rouge blanc et laisse un résidu de titane amorphe extrêmement oxydable.

Légèrement chauffé dans un courant de chlore, le biiodure se transforme en chlorure; l'oxygène le décompose, bien avant le rouge sombre, en iode et acide titanique; le soufre et le phosphore réagissent vers leur point de fusion pour donner des composés correspondants; l'acide fluorhydrique en solution concentrée le dissout complètement sous l'influence d'une faible élévation de température; l'acide chlorhydrique gazeux fournit à chaud une combinaison jaune sublimable; en solution vers son point d'ébullition, il forme avec le biiodure une liqueur bleue; l'acide azotique l'attaque violemment à froid avec départ d'iode; il en est de même de l'acide sulfurique; l'ammoniac gazeux et sec donne un produit d'addition; en solution, cette base précipite un hydrate titaneux noir; l'eau, les alcalis en solution le décomposent.

Analyse. — La méthode que nous avons employée et qui a déjà été appliquée par l'un de nous [2] consiste à décomposer l'iodure titaneux par un courant d'air lent.

---

[1] Le tétrachlorure de titane avait été préparé et purifié par nous; nous l'obtenions en faisant agir le chlore sur le titane ou son carbure préparé au four électrique

[2] Ed. Defacqz, *Comptes rendus*, t. CXXVI, 1898, p. 962.

La substance contenue dans une nacelle est pesée à l'abri de l'air; on la place dans un tube de verre dont une extrémité est étirée et recourbée à angle droit, de manière à plonger dans une solution d'acide sulfureux contenue dans un tube à boules semblable à celui de Will et Warrentrapp; la matière est légèrement chauffée en même temps que l'appareil est traversé par un courant d'air lent; l'iode qui résulte de la décomposition se transforme dans la solution d'acide sulfureux en acide iodhydrique; on y dose l'iode à l'état d'iodure d'argent; le résidu de la nacelle, porté ensuite au rouge, est de l'anhydride titanique que l'on pèse.

Nous avons ainsi obtenu les chiffres suivants :

	I.	II.	III.	IV.	Calculé pour TiI^2.
Titane...........	15,74	15,45	15,65	16,07	15,86
Iode...........	82,97	83,00	83,10	82,72	84,10

En résumé l'action de la vapeur de mercure sur la vapeur d'iodure titanique, dans une atmosphère d'hydrogène, donne naissance, au rouge sombre, à un nouvel iodure de titane : l'iodure titaneux TiI^2.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Chaleur de neutralisation de l'acide picrique par diverses bases aromatiques en milieu benzénique.* Note de MM. **Léo Vignon** et **Évieux**, présentée par M. A. Haller.

Nous avons montré, dans une Communication précédente, que l'acide acétique et l'acide benzoïque étaient dépourvus de fonction acide par rapport à l'aniline, en solution benzénique.

L'acide picrique au contraire se combine avec énergie avec un grand nombre de bases aromatiques. Voici les expériences que nous avons faites sur la formation de ces combinaisons :

Chaleur de dissolution moléculaire de l'acide picrique dans la benzine [1^{mol} $C^6H^2(NO^2)^3OH$ dissoute dans 8^l C^6H^6 vers 20°] : — $3^{Cal},80$.

La solution benzénique est à peine colorée; sa coloration est très faible par rapport à une solution aqueuse beaucoup plus diluée (1 pour 100).

Acide picrique-aniline (1^{mol} de chaque composant dissous dans 8^l C^6H^6, vers 20°). Le mélange des deux solutions benzéniques donne un dégagement de chaleur considérable, correspondant à — $14^{Cal},75$ (sel précipité en petits cristaux jaunes).

Ces cristaux sont solubles dans l'eau en jaune intense (0,54 pour 100 eau), solubilité dans le benzène (0,078 pour 100, C^6H^6 à 22°).

Acide picrique et toluidines : Les solutions d'acide picrique et les toluidines réa-

gissent également en donnant des picrates précipités, avec de forts dégagements de chaleur (1^{mol} de chaque composant dissous dans 8^l C^6H^6, vers 25°).

	Chaleur de saturation moléculaire.	
	Cal	
Acide picrique + *o*-toluidine.........	+16,45	(Sel solide)
» + *m*-toluidine........	+15,98	»
» + *p*-toluidine	+18,15	»

Le picrate d'*o*-toluidine se précipite en flocons jaune orangé se transformant en 20 ou 30 secondes en cristaux blanc jaunâtre. Les deux autres picrates sont cristallins jaune clair.

Acide picrique, méthyle et éthylaniline : (1^{mol} de chaque composant dissous dans 8^l C^6H^6 vers 25°).

Picrate de monométhylaniline : $+11^{Cal},07$ (sel solide). Poudre cristalline jaune d'or, point de fusion : 134°.

Picrate de diméthylaniline : $+14^{Cal},10$ (sel solide). Poudre grenue jaune, point de fusion : 142°.

Picrate de monoéthylaniline : $12^{Cal},60$ (sel solide). Poudre cristalline jaune clair, point de fusion : 132°.

Acide picrique-diméthylorthotoluidine (1^{mol} de chaque composant dissous dans 8^l C^6H^6 vers 25°).

Picrate-diméthyl-o-toluidine : $+9^{Cal},45$ (sel dissous). Solution jaune d'or : 24 heures après le mélange, des cristaux jaune clair se déposent, point de fusion : 116°-117°.

Solubilité : 1,35 pour 100 dans C^6H^6 à 25°.

Le poids moléculaire a été déterminé par la cryoscopie.

	Trouvé.	Calculé pour le sel.	Calculé pour les éléments séparés.
Poids moléculaire.................	332,4	182	367

Acide picrique-phénylhydrazine (1^{mol} de chaque composant dissous dans 8^l C^6H^6, vers 25°).

Acide picrique + phénylhydrazine $+19^{Cal},03$ (sel solide) (dissous dans C^6H^6, vers 24°). Poudre jaune vif, point de fusion : 148°-149°.

Acide picrique-o-nitraniline. — Chaleur de dissolution moléculaire de

$$C^6H^4\begin{matrix} \diagup NO^2 \\ \diagdown NH^2 \end{matrix} \ (o),$$

(1^{mol} dans 8^l C^6H^6, vers 22°) : — $5^{Cal},51$.

Chaleur de neutralisation : acide picrique (dissous) +*o*-nitraniline (dissous)

— $0^{Cal},35$ (dissous). — Le picrate d'*o*-nitraniline a été préparé par fusion et mélangé à 80° des composants secs. On obtient, après refroidissement, une poudre cristalline rouge brique, fusible à 73°-74°.

Ce corps a été dissous dans 16^l C^6H^6, il a donné un abaissement de température correspondant pour 1^{mol} à $-8^{Cal},40$, d'où l'on tire :

Première série.		*Deuxième série.*	
Dissolution *o*-nitraniline (*a*)...	— 5,51	Acide picrique + *o*-nitraniline.	x
» acide picrique (*b*)..	— 3,80	Dissolution picrate d'*o*-nitraniline	— 8,4
Mélange (*a*) et (*b*)...........	— 0,35		
	— 9,66		x — 8,4

$$x = 8,4 - 9,66 = -1^{Cal},2.$$

Détermination du poids moléculaire, par la méthode cryoscopique :

	Trouvé.	Calculé pour le sel.	Calculé pour les éléments séparés.
Poids moléculaire......	165,6	367	183,5

il n'y a pas de combinaison de l'acide picrique et de l'*o*-nitraniline.

La formation de picrates en solution benzénique, avec de forts dégagements de chaleur, leur précipitation, constitue un exemple de formation saline, en dehors de l'ionisation.

La conductibilité électrique des solutions benzéniques employées, soit avant, soit pendant, soit après le mélange, n'est pas appréciable.

Nous avons constaté d'autre part qu'il n'y avait pas de réactions entre les solutions benzéniques de phénol $C^6H^5.OH$, de mono et de *m*-binitrobenzène et de *p*-toluidine.

On doit conclure de ces déterminations et de celles de notre précédente Communication :

1° Que la formation de sels peut avoir lieu dans le benzène ; cette formation diffère de celle qui se produit dans l'eau ;

2° Que le benzène, ne possédant pas de pouvoir ionisant appréciable, se prête, dans des conditions particulièrement avantageuses, à l'étude thermique de la formation de certains sels. C'est ainsi qu'il atténue et annule, par rapport à l'aniline, les fonctions acides caractérisées par OH, ou CO^2H, unis à un radical hydrocarboné ;

3° La présence de plusieurs groupes NO^2 dans le radical uni à OH (acide picrique) fait apparaître la fonction acide avec une très grande intensité ;

4° L'acidité de l'acide picrique devient nulle vis-à-vis de certaines bases telles que l'*o*-nitralinine.

Nous avons constaté enfin que d'autres corps, tels que l'acide trichloracétique, dont le caractère acide est renforcé par la substitution de 3Cl à 3H, se comportaient comme l'acide picrique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation directe du bornéol en acides campholique et isocampholique.* Note de M. **Marcel Guerbet**, présentée par M. A. Haller.

Dans l'étude que j'ai faite de la condensation à haute température de l'alcool caprylique avec son dérivé sodé (1), condensation produisant la soudure de 2^{mol} ou 3^{mol} de cet alcool avec formation de soude, j'avais observé la production d'une petite proportion des acides œnanthylique et formique.

Or Dumas et Stas (2) ont montré que les alcools primaires, chauffés vers 250° avec la soude, se transforment en sels de soude des acides correspondants. J'ai dès lors pensé que les acides œnanthylique

$$CH^3 - (CH^2)^5 - CO^2H$$

et formique

$$H - CO^2H$$

provenaient d'une oxydation analogue effectuée par la soude sur l'alcool caprylique

$$CH^3 - (CH^2)^5 - CHOH - CH^3,$$

celui-ci se dédoublant en deux acides à cause de la nature secondaire de sa fonction alcoolique.

Je poursuis en ce moment l'étude de cette action des alcalis sur les alcools secondaires.

Dans la série grasse, elle amène bien l'oxydation partielle de ces alcools avec scission de la molécule en deux acides; mais ce n'est pas là la réaction principale.

Chauffe-t-on, au contraire, à 250°-280° en tubes scellés le bornéol avec la

(1) Guerbet, *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 685.

(2) Dumas et Stas, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 2e série, t. CXXIII, 1840, p. 113.

potasse récemment fondue, on le transforme presque intégralement en acides campholique et isocampholique suivant la relation

$$C^{10}H^{18}O + KOH = C^{10}H^{17}KO^2 + H^2.$$

Ce résultat expérimental peut s'interpréter en disant que, sous l'action de la potasse, l'un des noyaux du bornéol s'est ouvert de deux manières différentes correspondant : l'une à la formation de l'acide campholique, l'autre à celle de son isomère, l'acide isocampholique :

$$C^8H^{14}\begin{cases}CH^2\\CHOH\end{cases} \qquad C^8H^{15}\begin{cases}CH^3\\CO^2H\end{cases} \qquad C^8H^{15}-CH^2-CO^2H$$

Bornéol. Ac. campholique. Ac. isocampholique.

Pour obtenir cette transformation, on prépare une série de tubes scellés contenant chacun 3g de bornéol et 5g de potasse récemment fondue, et l'on chauffe les tubes pendant 24 heures consécutives à 250°-275°. Les tubes n'éclatent jamais durant la chauffe; mais, à cause de l'attaque du verre par la potasse fondue, la plupart se brisent en gros fragments durant leur refroidissement. Ils renferment une matière solide blanc jaunâtre surmontant un peu de potasse solidifiée. Lorsqu'on ouvre ceux qui ont résisté, il se dégage seulement de l'hydrogène.

Que les tubes soient brisés ou non, on les réduit en menus fragments et on les traite par l'acide chlorhydrique étendu et par l'éther, qui dissout à la fois les produits neutres (bornéol, etc.) et les acides formés.

La solution éthérée est décantée et agitée avec une solution de soude qui dissout les acides. On sépare la liqueur éthérée, on la lave à l'eau et on la distille; elle abandonne comme résidu un produit pâteux contenant du bornéol et un peu de composés huileux, qui n'ont pas été étudiés.

La solution alcaline contient principalement les acides campholique et isocampholique : on les sépare par la méthode que j'ai donnée antérieurement [1] et qui est basée sur les propriétés différentes de ces deux acides. Tandis que l'acide isocampholique se comporte comme un acide fort, l'acide campholique est précipité de ses solutions alcalines par l'acide carbonique et n'est pas éthérifié par l'acide chlorhydrique et l'alcool. Pour séparer l'acide campholique, il suffit d'ajouter à la liqueur alcaline assez d'acide sulfurique pour qu'elle rougisse faiblement la phtaléine du phénol, puis de faire passer un courant prolongé d'acide carbonique en refroidissant par l'eau glacée. L'acide précipité est recueilli, lavé et purifié par cristallisation dans l'alcool à 80°. Il présente alors les propriétés de l'acide campholique.

---

(1) GUERBET, *Comptes rendus*, t. CXIX, 1894, p. 278.

sauf que son pouvoir rotatoire $\alpha_D = +46°,6$ est un peu inférieur à celui trouvé par de Montgolfier[1], $\alpha_D = +49°,8$, et que j'ai eu d'ailleurs l'occasion de vérifier.

Pour séparer l'acide isocampholique, il suffit d'aciduler par l'acide sulfurique la liqueur d'où l'on a déjà précipité son isomère. On le purifie en faisant cristalliser deux fois son sel de calcium dans l'alcool absolu, puis en soumettant à la distillation fractionnée son éther éthylique. La partie principale de celui-ci distille entre 228° et 232°, tandis que j'avais trouvé antérieurement que l'isocampholate d'éthyle bout à 228°-229°.

L'amide préparé en passant par l'acide et le chlorure d'acide fond à 113°-115° au lieu de 116°, point de fusion de l'amide isocampholique.

En opérant sur 36g de bornéol, j'ai obtenu ainsi 26g,5 d'acide campholique brut précipité par l'acide carbonique, 1g,10 d'acide isocampholique et 3g,30 de bornéol et de produits neutres huileux.

Cette transformation si nette du bornéol en acide campholique est intéressante en plus d'un point. Elle est probablement le type de l'action de la potasse à haute température sur les cyclanols secondaires, et c'est elle qui fournit sans doute l'acide campholique produit dans les divers modes de préparation décrits jusqu'ici pour cet acide.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation des éthers benzoylacétiques.* Note de M. A. **Wahl**, présentée par M. A. Haller.

Ayant eu à préparer une certaine quantité de benzoylacétate d'éthyle qui me servit de matière première pour l'obtention de l'éther benzoylglyoxylique correspondant (*Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 212), j'ai fait, au sujet de cette préparation, quelques observations qu'il est peut-être intéressant de signaler ici.

Le benzoylacétate d'éthyle a été obtenu par Claisen (*Ann. Chem.*, t. CCXCI, p. 25) en décomposant par l'ammoniaque le benzoylacétylacétate d'éthyle, ou encore en condensant entre eux le benzoate et l'acétate d'éthyle. Cette condensation s'effectue sous l'influence de l'éthylate de sodium desséché à 200° dans un courant d'hydrogène, mais les auteurs mentionnent dans une annotation que le résultat est sensiblement le même

(1) De Montgolfier, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XIV, p. 101.

si l'on opère avec du sodium métallique (CLAISEN et LOWMAN, *D. Chem. G.*, t. XX, 1887, p. 651, et brevet allemand nº 40747). C'est à ce dernier procédé que je me suis adressé.

Si l'on chauffe au bain-marie un mélange d'éther benzoïque et de sodium auquel on ajoute un léger excès d'éther acétique bien sec, il se déclare une réaction d'abord lente, puis très violente; à plusieurs reprises même, la violence de la réaction a été telle, qu'une partie du produit a été projetée hors du réfrigérant, tandis que celle qui restait dans le ballon était partiellement carbonisée. En cherchant la cause de ce phénomène, j'ai constaté que le sodium réagit, même à froid, sur le benzoate d'éthyle sans addition d'éther acétique, pour donner une masse pâteuse brune déjà signalée dans un travail de Lœwig et Werdurann (*Ann. de Poggendorff*, t. L, p. 95). Ces auteurs n'ont isolé qu'une substance résineuse mal définie, et à laquelle ils ont donné le nom *d'acide hypobenzoyleux*. J'ai réussi à obtenir un corps parfaitement défini et cristallisé en opérant dans les conditions suivantes :

30g de benzoate d'éthyle, 10g de sodium coupé en lanières et 50g d'éther anhydre ont été abandonnés en flacon bien bouché et agités de temps en temps pendant environ 3 mois (¹). Il s'est formé alors un précipité brun pâteux sans qu'à aucun moment il y ait eu dégagement d'hydrogène. La masse séparée du sodium en excès est mélangée à de l'éther et acidifiée par de l'acide acétique glacial; le produit se décolore, il est versé dans l'eau, et la solution éthérée lavée, au carbonate de sodium pour en séparer l'acide benzoïque, est finalement évaporée. Le résidu ne tarde pas à cristalliser, les cristaux essorés et purifiés par recristallisation dans l'alcool se présentent sous forme d'aiguilles blanches fondant à 132°-133°. L'analyse leur assigne la formule $C^{14}H^{12}O^2$ de la *benzoïne*. Les eaux mères distillées dans le vide fournissent du benzoate d'éthyle inaltéré et une nouvelle portion de benzoïne, enfin il reste un résidu fortement coloré en jaune brun fluorescent; le rendement en benzoïne n'atteint que 10 pour 100 du poids d'éther benzoïque mis en œuvre.

La formation de benzoïne dans ces conditions est absolument analogue à celle des acyloïnes signalée par MM. Bouveault et Locquin dans l'action du sodium sur les éthers-sels de la série grasse (*Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1593), et l'explication d'après la théorie de ces auteurs est donnée par les équations

$$\begin{matrix} C^6H^5-CO\ \ OC^2H^5 \\ C^6H^5-CO\ \ OC^2H^5 \end{matrix} + \begin{matrix} Na\ \ Na \\ Na\ \ Na \end{matrix} = 2(C^2H^5ONa) + \begin{matrix} C^6H^5-C-ONa \\ \| \\ C^6H^5-C-ONa \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} C^6H^5-C-ONa \\ \| \\ C^6H^5-C-ONa \end{matrix} + 2H^2O = 2NaOH + \begin{matrix} C^6H^5-C-OH \\ \| \\ C^6H^5-C-OH \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} C^6H^5-CO \\ | \\ C^6H^5-CHOH \end{matrix}$$

(¹) Exactement du 31 octobre 1906 au 8 février de l'année dernière (1907).

Il résulte de ces faits que, si l'on met en présence du benzoate d'éthyle et du sodium, il doit se produire simultanément trois réactions : celle du sodium sur l'éther acétique, qui donne de l'acétylacétate d'éthyle; celle du sodium sur l'éther benzoïque, qui conduit à la benzoïne; et enfin celle du sodium sur le mélange des deux éthers, qui fournit le benzoylacétate d'éthyle. Pour que cette dernière soit la réaction prédominante, il faudrait se placer dans des conditions expérimentales telles que l'éther benzoïque ne se trouve pas en contact avec un excès de sodium, tout en s'arrangeant de manière que le métal ne se rencontre pas avec un excès d'éther acétique. L'expérience m'a montré que si l'on se rapproche autant que possible de ces conditions, le rendement en éther benzoylacétique est sensiblement plus élevé que celui obtenu par Claisen en utilisant l'éthylate de sodium desséché dans l'hydrogène.

En collaboration avec M. Yoshisaka, nous avons vérifié que la condensation du benzoate et de l'acétate de méthyle conduit, dans ces conditions, facilement au benzoylacétate de méthyle. Cet éther, dont les constantes ne sont pas indiquées dans la littérature chimique, est un liquide ambré bouillant sans décomposition à 152° sous 15^{mm}; sa densité est $d_0^4 = 1,173$. Nous avons caractérisé cet éther par un certain nombre de dérivés cristallisés. Son *sel de cuivre* forme une poudre cristalline vert jaunâtre fondant à 200°-201°; le *nitrosobenzoylacétate de méthyle* forme des prismes incolores fondant à 140°, le *benzène-azobenzoylacétate de méthyle* cristallise en prismes jaunes fondant à 76°, le *paranitrobenzène-azobenzoylacétate de méthyle* cristallise en paillettes jaunes fondant à 148°-149°; l'acide correspondant, c'est-à-dire l'*acide paranitrobenzène-azobenzoylacétique* .

$$\begin{array}{l} C^6H^5 - CO - C - COOH \\ \qquad\qquad\qquad\quad \| \\ \qquad\qquad\qquad\quad N - NH.C^6H^4 - NO^2 \end{array}$$

forme des aiguilles jaunes fondant à 225°-226° en se décomposant. Le benzoylacétate de méthyle permet de préparer les éthers de l'acide benzoylacétique avec les alcools plus élevés, par simple déplacement, comme dans le cas des éthers acétylacétiques (Peters, *Ann. Chem.*, t. CCLVII, p. 354). Ainsi, par ébullition, avec un excès d'alcool isobutylique, il distille de l'alcool méthylique, et le produit fractionné dans le vide fournit le *benzoylacétate d'isobutyle*, qui est un liquide légèrement jaune, bouillant à 160° sous 12^{mm}. Ces éthers serviront à la préparation des benzoylglyoxylates correspondants.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'ergostérine et la fongistérine.* Note de M. C. TANRET, présentée par M. L. Maquenne.

A la suite de nouvelles recherches sur l'ergostérine, je viens de voir qu'elle se trouve accompagnée dans le seigle ergoté d'un autre corps cristallisé très voisin. Comme celui-ci paraît se rencontrer aussi chez d'autres champignons, je proposerai de l'appeler *fongistérine*.

Telle que je l'ai décrite précédemment [1], l'ergostérine contenait un neuvième du nouveau principe; sa revision s'impose donc.

Séparation de l'ergostérine et de la fongistérine. — Cette séparation repose sur la différence de solubilité des deux corps dans l'éther, l'ergostérine étant le moins soluble des deux. En principe, on dissout à plusieurs reprises un excès de l'ancienne ergostérine, ayant $[\alpha]_D = -114°$, dans de l'éther chaud d'où, par refroidissement, elle se dépose partiellement chaque fois avec un pouvoir rotatoire qui s'élève de plus en plus jusqu'à atteindre $[\alpha]_D = -126°$; on a alors *l'ergostérine* pure.

D'autre part, on concentre convenablement les eaux mères éthérées et l'on obtient toute une série de cristallisations dont le pouvoir rotatoire va en s'abaissant jusqu'à $[\alpha]_D = -22°,4$. Arrivé à ce point on a la *fongistérine*.

Quant aux cristallisations dont le pouvoir rotatoire était compris entre $-126°$ et $-22°$, on les soumet méthodiquement à de nombreuses dissolutions et recristallisations dans l'éther chaud jusqu'à ce qu'on les ait partagées en deux parties ayant chacune un des deux pouvoirs extrêmes, soit en ergostérine et en fongistérine, sans qu'aucun des termes intermédiaires refuse de se dédoubler. L'une et l'autre, reprises par l'alcool à 95° bouillant, s'en déposent en belles paillettes nacrées.

Ergostérine. — L'ergostérine, cristallisée de l'alcool à 95° bouillant ou de l'éther hydraté chaud, répond à la formule $C^{27}H^{42}O, H^2O$. Elle n'est pas efflorescente et ne se déshydrate complètement qu'à 105°. Replacée anhydre à l'air libre, elle y reprend rapidement son poids primitif.

Elle cristallise dans l'alcool en larges lamelles et dans l'éther en fines aiguilles qui, d'après l'examen qu'en a bien voulu faire M. Lacroix, appartiennent les unes et les autres au système monoclinique.

L'ergostérine est soluble dans 36 parties d'alcool à 95° bouillant et dans 526 parties à froid; dans 50 parties de chloroforme à 18° et quelques parties à chaud (avec déshy-

---

[1] *Comptes rendus*, t. CVIII, 1889, p. 98.

dratation partielle); dans 28 parties d'éther anhydre bouillant et 50 parties à 20°; dans 50 parties d'éther hydraté bouillant et 112 parties à 20°.

L'ergostérine fond au bloc Maquenne à 165° (à l'état brut 154°).

L'ergostérine a dans le chloroforme le pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -126°$ (au lieu de $-114°$) et dans l'éther $[\alpha]_D = -105°,5$.

Les constantes de ses éthers doivent être ainsi rectifiées : pour l'éther acétique $C^{27}H^{41}(C^2H^3O^2)$, $[\alpha]_D = -91°,8$ (au lieu de $-80°$) et $F = 180°,50$ (au lieu de 176°); pour l'éther formique $C^{27}H^{41}(CHO^2)$, $[\alpha]_D = -97°,9$ (au lieu de $-93°,4$) et $F = 161°,5$ (au lieu de 154°).

Fongistérine. — La fongistérine cristallise également hydratée. Elle a pour formule $C^{25}H^{40}O, H^2O$. C'est donc l'homologue inférieur de l'ergostérine. Comme celle-ci, elle ne se déshydrate pas à l'air ordinaire, mais sur l'acide sulfurique elle retient son eau de cristallisation moins énergiquement que l'ergostérine. Elle cristallise avec les mêmes apparences et, d'après M. Lacroix, dans le même système cristallin que l'ergostérine.

La fongistérine est plus soluble que l'ergostérine dans les différents solvants. Elle se dissout dans 18 parties d'alcool à 95° bouillant et dans 187 parties à froid; dans 23 parties d'éther anhydre à 22°. Le chloroforme la déshydrate en donnant une liqueur laiteuse; mais quand elle a perdu 0,90 de son eau de cristallisation dans l'air sec, elle s'y dissout complètement dans 10 parties (à 20°).

La fongistérine fond au bloc Maquenne à 144°.

Elle a pour pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -22°,4$ dans le chloroforme additionné de 2 pour 100 d'alcool absolu, et $[\alpha]_D = -12°,9$ dans l'éther.

Comme l'ergostérine, la fongistérine est un alcool monoatomique. Son éther acétique $C^{25}H^{39}(C^2H^3O^2)$ fond à 158°,5 ; il donne $[\alpha]_D = -15°,9$ dans le chloroforme et $-10°,8$ dans l'éther.

Les réactions que j'ai indiquées pour l'ergostérine brute (*loc. cit.*), au moyen soit de l'acide sulfurique monohydraté et du chloroforme, soit de l'acide azotique fumant, peuvent également servir à distinguer la fongistérine de la cholestérine. L'acide sulfurique à 90 pour 100 de SO^4H^2 permet de la différencier de l'ergostérine. Une parcelle de fongistérine projetée sur quelques gouttes de cet acide se colore en rouge rubis après quelques secondes, puis, en quelques minutes, l'acide passe au rouge violet. Avec l'ergostérine rien de tel : une coloration rouge sale n'apparaît qu'au bout d'une minute.

L'ergostérine et la fongistérine s'oxydent lentement en se colorant et devenant odorantes; aussi doit-on les conserver à l'abri de l'air dans CO^2.

Conclusion. — L'ergostérine et la fongistérine ne paraissent pas se trouver seulement dans le seigle ergoté; leur diffusion serait beaucoup plus grande. M. E. Gérard [1] en effet a retiré de diverses familles de Cryptogames, basidiomycètes, myxomycètes, ascomycètes, oomycètes et lichens, des cho-

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXIV, 1892, p. 1544; t. CXXI, 1895, p. 725; t. CXXVI, 1898, p. 908.

lestérines bien distinctes de la cholestérine animale et de la cholestérine des végétaux supérieurs (phytostérines). « Elles se rapprochent, dit-il, par leurs propriétés particulières de l'ergostérine de Tanret; quelques-unes sont même identiques à cette dernière. C'est ce qui me conduit à dire que les cholestérines existant dans les végétaux inférieurs appartiennent toutes à un groupe bien spécial, le groupe de l'ergostérine. »

Or des recherches, entreprises depuis de divers côtés, ont confirmé la généralisation de M. Gérard. Ces corps ont des points de fusion et des pouvoirs rotatoires différents, de même que les cristallisations fractionnées qui conduisent à la séparation de l'ergostérine et de la fongistérine; ils donnent aussi les mêmes réactions caractéristiques. On peut donc admettre, jusqu'à preuve du contraire, que ceux qui ont un pouvoir rotatoire compris entre -22° et -126° (anhydre -132°), et c'est le plus grand nombre, ne sont également constitués que par de la fongistérine et de l'ergostérine.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Étude sur le rôle des levures dans l'aldéhydification de l'alcool.* Note [1] de MM. **Trillat** et **Sauton**, présentée par M. Roux.

Nous avons indiqué précédemment [2] que les levures, en dehors de la fermentation normale, étaient susceptibles de former en quelques heures des doses notables d'aldéhyde acétique aux dépens de l'alcool et de la faire ensuite disparaître peu à peu.

A propos de ces résultats, on pouvait se demander : 1° si la production d'aldéhyde était bien due à la cellule vivante; 2° si elle était attribuable à la cellule ou à une diastase oxydante provenant de la levure; 3° si le phénomène était spécifique, c'est-à-dire si l'oxydation avait lieu avec d'autres alcools; 4° si l'action s'arrêtait au terme aldéhyde.

Nos essais ont consisté, comme les précédents, à agiter, dans une bonbonne bien aérée, des levures en suspension dans des liquides alcoolisés.

I. Nos expériences antérieures ont déjà montré que les levures vivantes agissaient plus énergiquement que les corps poreux ou les levures stérilisées par la chaleur. Mais on pouvait objecter que la chaleur changeait la texture physique des cellules.

---

(1) Présentée dans la séance du 29 juin 1908.

(2) *Comptes rendus*, 11 mai 1908.

Nous avons répété nos expériences en présence d'antiseptiques; les résultats sont encore dans le même sens.

	Aldéhyde acétique pour 100 d'alcool à 100° (en milligrammes).		Aldéhyde formée.
Levures vivantes.	1100	Levures tuées formol.	traces
Levures tuées à 120°.	<100	Levures tuées ac. salicylique.	<100
Levures tuées bichlorure Hg.	néant	Levures tuées fluorure Na. . .	<100

Ces résultats sont à rapprocher de ceux de MM. Kayser et Demolon ([1]).

On trouve une nouvelle confirmation du même fait en opérant avec des doses élevées de levures et d'alcool.

	Aldéhyde formée.		Aldéhyde formée.
100 g levures + 5 l alcool 10 p. 100.	800 mg	200 g levures + 5 l alcool 25 p. 100.	800 mg
200 » » .	1100	» . » 50 p. 100.	600
2000 » » .	100	» » pur.	500

L'alcool en excès agit comme antiseptique. Une proportion très élevée de levures ne favorise pas l'aldéhydification; c'est l'inverse qui se passe avec les corps poreux.

II. Pour savoir si le phénomène devait être attribué uniquement à la cellule de levure ou au suc qu'elle contient, nous avons fait deux expériences.

A. Dans le but de tuer la cellule, sans détruire complètement l'action de ses diastases, nous l'avons soumise à l'action du chloroforme. Après avoir chassé les vapeurs chloroformiques, les levures ont été mises en suspension dans un liquide alcoolisé à 10 pour 100 et agitées. Nous n'avons constaté, dans ces conditions, que des traces d'aldéhyde acétique.

B. Nous avons broyé des cellules de levures dans l'appareil Borrel. Le liquide a été filtré pour séparer les cellules et le filtrat clair contenant le suc des levures a été agité avec de l'alcool. Nous n'avons obtenu, dans cette expérience, que des traces d'aldéhyde acétique.

III. En opérant dans les mêmes conditions que précédemment, mais avec les alcools méthylique, propylique, butylique, isobutylique et amylique, l'aldéhyde correspondante ne s'est jamais formée. Ainsi l'expérience faite en agitant pendant 4 heures de l'alcool méthylique à 10 pour 100 avec 5 pour 100 de levures ne nous a pas permis de déceler l'aldéhyde formique

---

([1]) *Comptes rendus*, juillet 1907.

dans les liquides alcooliques, même en utilisant les méthodes d'analyse les plus sensibles.

IV. En procédant au dosage immédiatement après l'agitation du liquide alcoolisé avec les levures, on ne trouve pas d'éther acétique; en revanche la proportion d'aldéhyde y est élevée. On trouve au contraire une dose élevée d'éthers dans le liquide, si, après agitation, on le laisse en contact prolongé avec les levures; à ce moment l'aldéhyde a presque complètement disparu.

	Dosage après l'agitation.	Dosage après 4 jours.
Éthers	néant	316^{mg}
Aldéhyde	1100^{mg}	$< 100^{mg}$

Le maximum d'éthers correspond donc au minimum d'aldéhyde. On peut en donner une explication en faisant remarquer que l'acide acétique nécessaire à l'éthérification est fourni par une oxydation ultérieure de l'aldéhyde. Ce résultat est en conformité avec les travaux de MM. Kayser et Demolon qui, en se plaçant dans des conditions d'expériences différentes des nôtres, ont aussi remarqué cet antagonisme.

Cette formation rapide des éthers a fixé notre attention. Nous avons effectué quelques essais pour rechercher si les levures n'agissaient pas comme agents favorisant l'éthérification. Dans ce but, nous avons laissé en contact, d'une part, de l'alcool et de l'acide acétique, et d'autre part le même mélange contenant des levures en suspension. On a dosé après quelques jours, par la méthode perfectionnée de M. Duchemin (1), l'éther formé dans ces liquides, en même temps que l'acidité libre. Nos essais ont démontré qu'il y avait une accélération dans la vitesse d'éthérification en présence des levures, ce qui était confirmé par une diminution correspondante de l'acidité libre. Cette observation était intéressante à signaler, et nous nous proposons d'étudier plus complètement, dans un prochain travail, les conditions de ce phénomène et de le vérifier sur d'autres exemples.

Disparition. — Nous avons effectué quelques expériences relatives à la disparition rapide de l'aldéhyde sous l'influence des levures. Ce phénomène, que nous avons signalé dans notre dernière Note, se produit sous l'influence des levures vivantes; il n'a pas lieu en présence des levures mortes. La formation et la disparition de l'aldéhyde, dans nos expériences, sont donc soumises aux mêmes conditions.

En résumé nos expériences démontrent que l'aldéhydification de l'alcool

(1) *Bulletin de l'Association des chimistes de sucrerie*, 1905.

atteint son maximum quand la cellule est vivante; le phénomène diminue considérablement quand la levure est tuée par la chaleur ou les antiseptiques. L'oxydation de l'alcool n'est pas produite par le suc retiré de la cellule de levure. Dans nos expériences, la réaction s'est montrée comme étant spécifique pour l'alcool éthylique. Nos essais démontrent en outre que la présence des levures a augmenté la vitesse d'éthérification.

BOTANIQUE. — *Influence des vapeurs d'acide formique sur la végétation du* Rhizopus nigricans. Note de M. **Henri Coupin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

On sait que les fourmis dites *champignonnistes* confectionnent à l'intérieur de leur nid une sorte de terreau sur lequel se développent les champignons dont elles font leur nourriture. Ceux-ci offrent cette curieuse particularité de ne se présenter dans les nids qu'à l'état de mycélium et de ne se couvrir d'appareils sporifères que lorsqu'on les en retire. A quoi faut-il attribuer la non-fructification du champignon? Est-elle due, comme le disent certains naturalistes, à l'industrie des fourmis qui lui feraient subir un traitement spécial, ou bien reconnaît-elle pour cause la présence de vapeurs spéciales provenant soit de la fourmilière, soit des fourmis elles-mêmes? Pour me rendre compte de la possibilité de cette dernière hypothèse, je me suis adressé, non au champignon cultivé par les fourmis, que je ne possède pas, mais à diverses autres espèces de champignons élevés en cultures pures.

Les résultats varient d'une espèce à l'autre, mais ils ont été particulièrement nets avec le *Rhizopus nigricans*, cette moisissure si commune sur diverses substances végétales en décomposition. Ils peuvent être résumés ainsi : lorsqu'on cultive le *Rhizopus nigricans* dans une atmosphère contenant une quantité suffisante de vapeurs d'acide formique, il ne fructifie pas, c'est-à-dire reste à l'état de mycélium [1]. Si, après l'avoir laissé à cet état pendant un temps plus ou moins long, on met le tube de culture à l'air, c'est-à-dire loin des vapeurs d'acide formique, il se couvre, quelques jours après, de bouquets de sporanges. C'est, on le sait, tout à fait ce qui se passe pour

---

(1) Ce mycélium, d'ailleurs, quoique très abondant, est un peu affecté aussi, ce qui se reconnaît, au microscope, à la présence de quelques cloisons transversales, anormales, par conséquent, le long des filaments mycéliens, et à l'aspect *coralloïde* de quelques filaments rhizoïdes.

les champignons des fourmis, dont le mode de végétation, semble-t-il, doit provenir de la même cause ou d'une cause analogue, à laquelle le caractère industrieux des fourmis n'a rien à voir.

Je dois cependant ajouter que les résultats que je viens d'exposer ne sont obtenus que lorsque l'acide formique se trouve en quantité suffisante dans la cloche sous laquelle sont les tubes de culture.

Si les vapeurs sont moins denses, le mycélium s'y couvre de quelques sporanges, mais ceux-ci sont non seulement très rares, mais encore isolés (comme cela a lieu dans d'autres Mucorinées) et, en général, plus petits qu'à l'état normal.

Si l'on diminue encore la proportion d'acide formique, les bouquets de sporanges se forment bien normalement, mais ne mûrissent pas, ce qui se reconnaît à ce qu'ils gardent leur couleur blanche.

En résumé la présence de vapeurs d'acide formique a pour conséquence de troubler la végétation du *Rhizopus nigricans* en agissant surtout sur l'appareil reproducteur, qu'elle arrive même à faire disparaître complètement, mais sans tuer le mycélium.

BIOLOGIE. — *Sur la mémoire des marées chez* Convoluta Roscoffensis *et son altération*. Note de M. **Louis Martin**, présentée par M. Yves Delage.

J'ai répété mes expériences de constatation de la mémoire des marées chez *Convoluta Roscoffensis*, dans des conditions de milieu différentes, avec un égal succès.

Ces expériences ont été semblablement concluantes en ce qui concerne l'inhibition nocturne du mouvement oscillatoire des *C.* en synchronisme avec le mouvement de la mer, inhibition normale signalée dans ma Note à l'Académie de septembre 1907. Si, durant la nuit, les *C.*, quel que soit l'état de la mer, ne restent pas à la surface du sable, elles se répandent, quel que soit l'état de la mer, sur tout le pourtour et toute la hauteur des parois du vase ainsi qu'elles font lorsque, durant le jour, on les plonge dans une nuit artificielle.

Parmi les troubles de mémoire expérimentalement provoqués que signalait cette Note, plusieurs ont fait à nouveau l'objet de semblables expériences qui ont été suivies d'un semblable résultat. J'ai notamment provoqué, et à plusieurs reprises, l'apparition d'une amnésie immédiate, totale

et définitive, en plongeant les *C.*, durant tout ou partie du jour, dans l'obscurité.

Je me suis attaché, en particulier, à varier la composition de l'eau de mer artificielle ou de solutions salines dans lesquelles étaient placées des *C.*, et me suis servi, à cet effet, de toute une série de milieux différents de ceux dont on avait déjà fait emploi. Le résultat général est demeuré le même; les *C.* manifestent la plus grande sensibilité à l'altération chimique du milieu où elles vivent; elles ne sauraient la supporter sans manifester un très grand trouble psychologique et physiologique le plus souvent suivi d'une mort rapide; mais, tandis qu'elles se montrent au plus haut point réfractaire à l'excès de salure, elles manifestent une grande aptitude à s'acclimater à une diminution notable de la salure; elles s'accommodent aussi bien d'un état d'hypotonie qu'elles s'accommodent mal d'un état d'hypertonie.

Parmi les divers facteurs nouveaux dont j'ai étudié l'action psychopathogène, il convient de signaler l'influence amnésiante des courants électriques.

Si l'on fait agir le courant électrique produit par une machine à courants alternatifs, on constate chez les *C. R.* un trouble de la mémoire des marées.

Cette altération mnémonique est plus précoce et plus profonde lorsque le courant agit sur la masse liquide dans laquelle les *C.* ont été préalablement placées, que lorsque le courant est lancé dans une masse liquide à laquelle on ajoute, après le passage du courant, les *C.*

La mémoire est d'autant plus perturbée que plus grande a été la durée ou l'intensité du courant. Avec une durée et une intensité faibles, le mouvement oscillatoire des Convolutes en expérience est très voisin du mouvement oscillatoire des Convolutes du lot-témoin. On note seulement un léger retard des *C.* électrisées; elles disparaissent sous le sable du cristallisoir 10 à 15 minutes après l'heure à laquelle les *C.* de la plage et celles du lot-témoin ont achevé leur disparition; et elles commencent à réapparaitre environ 15 minutes trop tôt. Cette divergence s'accentue à mesure que la force du courant est accrue ou le temps pendant lequel il passe. Et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on obtienne, au début même de l'expérience, une inhibition du jeu du souvenir.

L'altération ou la suppression du phénomène de mémoire des marées n'est pas seulement contemporaine du courant électrique. Elle survit au courant. L'effet psychopathique produit par l'électricité est définitif.

Les *C.* s'éloignent un peu de l'électrode positive. Il arrive qu'elles meurent à son contact ou à son voisinage immédiat. Elles ne s'écartent pas de l'électrode négative; quelques-unes même courent à sa surface en manifestant une activité normale.

Il semble préférable de désigner sous le nom de *pallirimnésie* le phéno-

mène de mémoire des marées, plutôt que sous celui d'*ambotimnésie*. Le mot grec παλίρροια désigne en effet, chez les auteurs anciens, à la fois la marée montante et la marée descendante auxquelles l'une et l'autre s'applique la faculté du souvenir chez les *C. R.*

HISTOLOGIE. — *Sur la contingence de la bordure en brosse et la signification probable des bâtonnets de la cellule rénale.* Note de M. L. BRUNTZ, présentée par M. Yves Delage.

Deux points intéressant la fine structure de la cellule rénale sont particulièrement discutés : la contingence de la bordure en brosse et la signification des bâtonnets.

Chez les Thysanoures, il existe de véritables *reins* d'une anatomie simple, ils sont essentiellement constitués chacun par un *saccule* communiquant avec un *labyrinthe* qui débouche à l'extérieur.

Le saccule est une vésicule terminale à parois minces, le labyrinthe est un tube pelotonné dont la structure est complètement analogue à celle du tube contourné des reins des Mammifères, en un mot présente la structure de la *cellule rénale* (Prenant et Bouin, 1904).

Chez *Machilis maritima*, le labyrinthe est un excellent matériel d'étude, car cette partie du rein forme un canalicule unique qu'on peut suivre sur des coupes sériées et constater ainsi facilement les diverses variations d'aspect présentées par la cellule rénale suivant les différentes phases d'activité glandulaire.

Contingence de la bordure en brosse. — En ce qui concerne la cellule rénale, les avis sont partagés sur la nature, le rôle et la persistance ou la contingence de la bordure en brosse.

La plupart des auteurs reconnaissent cependant, sur les coupes, des modifications d'aspect qu'ils interprètent diversement. Mais, pour quelques-uns seulement, Disse (1892), Gurwitsch (1902), Retterer (1906), Prenant et Bouin (1904), etc., les bordures en brosse peuvent à certains moments disparaître complètement.

Au contraire, pour d'autres, Lorenz (1889), van der Stricht (1891), Nicolas (1891), Sauer (1895), Meves (1899), Monti (1905), Ferrata (1905), Regaud et Policard (1904), Théohari (1900), Rathery (1905), Policard (1908), etc., les bordures en brosse sont des formations constantes.

Or, l'étude du labyrinthe rénal des *Machilis* m'a permis de constater

indiscutablement que la *bordure en brosse de la cellule rénale est une formation contingente.*

En effet, sur des coupes, on observe des images cytologiques différentes qui correspondent à diverses périodes de l'activité glandulaire pendant lesquelles l'*épithélium possède ou non une bordure en brosse.*

Je distingue :

1° *Une période de sécrétion pendant laquelle on reconnaît l'existence d'une bordure en brosse.*

On peut encore remarquer deux phases de l'activité sécrétoire, caractérisées, l'une par un épithélium bas, une lumière glandulaire large et une *bordure en brosse de faible épaisseur, presque homogène et peu acidophile;* l'autre par un épithélium haut, une lumière glandulaire rétrécie et une *bordure en brosse de grande épaisseur, striée et franchement acidophile.*

2° *Une période d'excrétion pendant laquelle l'épithélium est complètement privé de bordure en brosse.* Celle-ci a totalement disparu sans laisser de traces: il semble qu'elle soit entrée en dissolution, ce qui peut laisser croire qu'elle représente, elle-même, une excrétion.

Lorsque la bordure en brosse a disparu, les petites vacuoles de la zone de cytoplasme qui forme le toit cellulaire peuvent déverser leur contenu dans la lumière glandulaire.

Donc, contrairement à ce que de nombreux auteurs ont décrit chez les Vertébrés, *la bordure en brosse du rein des Thysanoures apparaît et disparaît suivant les périodes d'activité glandulaire.* Le produit de la sécrétion rénale ne filtre pas à travers la bordure, mais est mis en liberté par la disparition de cette dernière.

Signification probable des bâtonnets. — Les avis des auteurs sont également partagés en ce qui concerne la constitution [1] et le rôle des bâtonnets de la cellule rénale.

D'après Renaut (1889) et Benda (1903), les bâtonnets posséderaient un rôle moteur. Ce dernier auteur a émis l'hypothèse que les bâtonnets, en se contractant, attirent le toit cellulaire vers la base et, par ce mécanisme, forcent le produit de sécrétion à filtrer à travers la bordure en brosse.

Au contraire, pour Ribadeau-Dumas (1902), Prenant et Bouin (1904), Policard (1905), les bâtonnets représenteraient des formations ergastoplasmiques.

---

[1] Voir Policard (1905).

J'émettrai une troisième hypothèse basée sur l'étude du labyrinthe rénal des *Machilis*.

A mon avis, les bâtonnets possèdent un rôle mécanique et représentent des formations de soutien.

En effet, la membrane basale du labyrinthe est doublée extérieurement de fibrilles de soutien formant un puissant réseau autour du tube glandulaire. Ce réseau, électivement colorable, est comparable à celui que Mall (1891), Ruhle (1897) et Disse (1902) ont signalé autour des tubes contournés des reins des Mammifères.

Plusieurs préparations, particulièrement démonstratives, m'ont permis de constater que les bâtonnets des cellules rénales venaient s'insérer directement sur les fibrilles de soutien qui doublent la membrane basale. Il semble donc que les bâtonnets, en prenant sur des fibrilles extérieures un solide point d'appui, doivent servir, eux aussi, de filaments de soutien.

Du reste, dans les cellules des canaux excréteurs des reins, qui ne possèdent pas de fonction glandulaire, on rencontre des formations analogues que j'ai antérieurement assimilées à des tonofibrilles.

En résumé il semble que *les bâtonnets de la cellule rénale jouent un rôle mécanique passif de formation de soutien.*

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur la première circulation veineuse du Cyprin doré* (Carassius auratus *L.*). Note de M. P. **Wintrebert**, présentée par M. Yves Delage.

L'observation sur le vivant des larves transparentes de *Carassius auratus* permet de suivre avec précision le trajet des premiers vaisseaux et d'établir, par la direction des globules à leur intérieur, le sens de la circulation. La disposition anatomique constatée se trouve en opposition avec les idées générales suggérées par les travaux antérieurs [1]. On considère, en effet, que chez les poissons la voie primitive de retour du sang veineux vers le cœur est formée par la veine caudale, *la veine sous-intestinale*, le système veineux du sac vitellin et le sinus veineux (Ziegler, 1887). On admet,

---

[1] Voir in *Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwickelungslehre der Wirbeltiere*, les Mémoires de S. Mollier (1 Bd., 1. T., 1 H.) et de Hochstetter (III. Bd., 2. T.), 1906.

d'autre part, depuis Hochstetter (1887) que les Téléostéens, au contraire de tous les autres Vertébrés, possèdent une circulation vitelline purement veineuse. Ces deux règles se trouvent en défaut chez *Carassius auratus*.

I. Au début de la circulation (3 jours 16 heures environ, à une température moyenne de 16°), quand l'anse terminale de l'aorte ne se prolonge pas au delà du premier tiers antérieur de la queue, le trajet du sang veineux s'accomplit par la veine caudale, une veine sus-intestinale, qui n'est autre que la *veine médiale principale du tronc* (*Stammvene* de Ziegler) bifurquée vers l'avant pour former les *veines cardinales postérieures* et les *canaux de Cuvier*. Il n'existe pas de veine sous-intestinale faisant suite à la veine caudale : celle-ci, derrière le rectum, monte vers le niveau transversal du bord inférieur des myotomes où commence la *Stammvene*; la voie est donc, jusqu'au sinus veineux, entièrement embryonnaire.

La circulation vitelline, à cette période primitive, est constituée par une vaste lacune développée à la surface du vitellus entre les canaux de Cuvier et l'oreillette. Le vitellus est alors divisé en deux parties : l'une antérieure globuleuse, l'autre postérieure allongée qui accompagne le tronc dans sa croissance. Les canaux de Cuvier, ouverts en forme d'entonnoir, s'avancent verticalement sur la boule vitelline antérieure, juste au-devant de son méridien transversal. Les globules, pressés les uns contre les autres sur toute la surface vitelline, sont mobiles, mais ils ne présentent de véritable circulation qu'en avant, où ils se trouvent entraînés en deux courants curvilignes à concavité antérieure, allant des canaux de Cuvier à l'oreillette; celle-ci, placée sur la partie antérieure et gauche du vitellus, plonge pour ainsi dire dans la lacune et aspire les globules à chaque diastole. La larve étant couchée sur le côté, la lacune se profile comme une bosse sanguine de couleur jaune orangé.

Entre les bords de l'orifice auriculaire et la paroi antérieure des canaux de Cuvier, se précise bientôt une mince membrane qui les réunit. En arrière, la limitation de l'aire globulaire est bien plus tardive; elle est fonctionnelle avant d'être anatomiquement réalisée, en ce sens que tous les globules venus des canaux de Cuvier sont rassemblés dans les deux courants qui aboutissent à l'oreillette et que ces courants sont eux-mêmes isolés, sans qu'aucun cloisonnement de la lacune existe encore. La pression d'un instrument mousse permet, à ce stade (5 jours 9 heures), de déplacer, d'un côte à l'autre, les globules pris au courant et de les refouler en arrière jusqu'à la partie postérieure de la boule vitelline.

II. Le sixième jour, la tête se redresse; la région vitelline antérieure diminue de volume, s'allonge et laisse libre en avant la chambre péricardique; les canaux de Cuvier encerclent presque complètement la limite antérieure du sac vitellin. La veine caudale s'élargit derrière l'anus et forme une sorte de sinus triangulaire à base antérieure, qui se déverse toujours uniquement dans la veine médiane du tronc. Les artères métamériques sont visibles et, dans la partie moyenne du limbe dorsal, on voit de petits arcs vasculaires dépasser les myotomes. A ce moment proche de l'éclosion, (elle a lieu de 12 à 24 heures après), sur chacune des parties latérales du sac vitellin, apparaissent, l'un derrière l'autre et successivement, des vaisseaux transversaux, à

trajet parallèle légèrement oblique en arrière. Arrivés à mi-hauteur du vitellus, ils se recourbent en avant et s'anastomosent de façon à constituer un vaisseau longitudinal commun qui mène le sang en avant dans la veine cardinale postérieure correspondante et en arrière dans la partie terminale de la veine caudale. La nature artérielle de ces vaisseaux est attestée par la direction primitive de leur trajet et, pour les branches antérieures, par la progression très nette des globules en ondées successives synchrones aux pulsations aortiques. Ils ne paraissent pas pourtant émaner directement de l'aorte, mais venir d'une artère mésentérique longitudinale, dorsale à l'intestin.

48 heures après l'éclosion, le nombre de ces vaisseaux s'est beaucoup multiplié : 27-29 de chaque côté ; les cinq derniers seulement conduisent le sang vers la veine caudale. D'autres vaisseaux très nombreux, issus probablement de la même origine, circonscrivent transversalement l'intestin et versent le sang dans une veine longitudinale sous-intestinale, en communication sur plusieurs points de son parcours avec la veine vitelline du même côté, dans laquelle elle se termine à ses deux extrémités. En traversant le foie, la veine vitelline latérale commence à présenter quelques divisions capillaires, mais elle conserve longtemps une voie principale qui aboutit directement au canal de Cuvier correspondant. A aucun moment on n'observe sur le vitellus de vaisseaux sortant du foie.

Quand le vitellus est résorbé (13e jour), chacune des veines vitellines persiste, en contact avec la partie latéro-ventrale de l'intestin, et les contractions de celui-ci en font varier le cours du sang, déterminant son arrêt ou même un retour des globules antérieurs vers la veine caudale.

Conclusions. — 1° le sang, qui revient de l'aorte caudale au cœur, chez *Carassius auratus* L., passe, dès le début de la circulation, par la *veine médiane du tronc* (Stammvene), les *veines cardinales postérieures* et les *canaux de Cuvier*. Entre ceux-ci et l'oreillette est interposée, en place du sinus veineux, une très vaste lacune sanguine qui s'étale sur toute la surface du vitellus. Il n'existe pas de veine sous-intestinale.

2° La première circulation vitelline est donc entièrement veineuse; mais ensuite *Carassius auratus* L., à l'inverse des Téléostéens étudiés jusqu'ici, et comme tous les autres Vertébrés, possède une *circulation vitelline secondaire d'origine artérielle*.

MÉDECINE. — *Étude sur l'action immunisante des dérivés bacillaires chlorés.* Note de MM. **Moussu** et **Goupil**, présentée par M. d'Arsonval.

Dans des Notes précédentes nous avons indiqué quelle était l'action du chlore sur le bacille tuberculeux, étudié les propriétés physiologiques des

bacilles fortement chlorés et signalé les effets éloignés des injections de ces dérivés bacillaires sur la résistance de certains animaux d'expérience à l'infection tuberculeuse expérimentale.

Les résultats étant intéressants, nous avons cherché à serrer le problème et à préciser davantage les conditions dans lesquelles ces bacilles chlorés pourraient avoir un effet utile.

Lorsqu'au lieu de se servir de bacilles chlorés à saturation, on emploie au contraire des cultures faiblement chlorées, les effets sont différents et peuvent même varier suivant la durée d'action du chlore.

En injections sous-cutanées, ces cultures chlorées, après neutralisation de leur acidité, ne sont plus aussi facilement résorbées que celles à saturation. Elles sont irritantes, nécrosantes et se comportent au point de vue des effets à peu près comme les inoculations de bacilles tués par un procédé quelconque, provoquant la formation d'un abcès et l'apparition d'un ulcère longtemps rebelle à la cicatrisation.

Cependant, ces bacilles sont suffisamment modifiés pour être rapidement phagocytables, car si l'on emploie ces mêmes émulsions en injections intra-veineuses, on ne retrouve plus trace de ces injections dans les poumons quelques jours ou quelques semaines après. Si toutefois on utilise des doses massives pour ces injections intra-veineuses, des effets toxiques immédiats peuvent être obtenus, et il est possible de tuer instantanément ou en quelques minutes de petits animaux d'expériences. Le lapin est particulièrement sensible aux dérivés de cultures de tuberculose bovine.

Avec des doses moindres, on n'a pas d'effets mortels immédiats, on ne produit pas l'évolution de tuberculose expérimentale, mais on provoque à volonté une forme spéciale de pneumonie avec hépatisation grise, toujours la même, et dont nous poursuivons une étude approfondie.

Il était dès lors indiqué de rechercher ce que devenait la résistance de l'organisme des animaux d'expérience après une, deux, ou plusieurs injections intra-veineuses, de ces dérivés bacillaires faiblement chlorés.

Le cobaye étant dans les laboratoires exposé à trop de causes imprévues de mortalité, pour pouvoir être avec certitude conservé pendant longtemps, ces essais furent tentés sur le chien et le lapin.

Le chien prend en effet, avec la plus grande facilité, la tuberculose humaine, et le lapin la tuberculose bovine.

Dans ces conditions, nous avons remarqué qu'une seule inoculation de bacilles faiblement chlorés ne donnait en général pas de résistance marquée à la tuberculose

expérimentale, même en laissant s'écouler un temps très long entre cette inoculation et l'inoculation d'épreuve. Lorsque, au contraire, on pratique plusieurs inoculations à 1 ou 2 mois d'intervalle, et qu'après un repos de 2 mois (délai qui nous paraît indispensable), on soumet ensuite ces animaux d'expériences à des inoculations virulentes, les effets vaccinants nous ont paru très évidents.

Sur des séries de lapins soumis aux injections intra-veineuses de tuberculose bovine, dans tous les cas, les témoins prirent une forme grave, et sans exception les sujets traités ne présentèrent que des lésions très minimes et quelquefois absolument nulles.

Chez les chiens, avec la tuberculose humaine, les résultats furent identiques: tous les témoins contractèrent une forme grave et quelques-uns succombèrent dans des délais très courts, les animaux préparés ne présentèrent à l'autopsie que des lésions insignifiantes.

Sans vouloir produire prématurément une affirmation grosse de conséquences, nous estimons que par le procédé des bacilles chlorés, et dans des conditions éminemment plus commodes et moins dangereuses, on peut obtenir chez les petits animaux (chiens et lapins), au point de vue immunisation contre la tuberculose expérimentale, au moins autant qu'avec les procédés de vaccination jusqu'à ce jour signalés.

GÉOLOGIE. — *Sur les alluvions quaternaires de la Loire et de l'Allier.* Note de M. **E. Chaput**.

Les alluvions anciennes de la Loire et de l'Allier, entre Gien et Moulins, deviennent rares dès qu'on s'élève à une trentaine de mètres au-dessus des vallées et l'on admet souvent que, depuis le Pliocène, le niveau des deux fleuves n'a subi que de faibles variations. En réalité on peut suivre, sur les plateaux dominant l'Allier ou la Loire, divers lambeaux d'une nappe d'alluvions quaternaires où se trouvent associés des éléments volcaniques et des graviers provenant de sables tertiaires remaniés. La surface de ces alluvions forme, à 55^m-60^m au-dessus du thalweg, une terrasse très régulière, suivant rigoureusement la pente des vallées.

1° Entre Cosne et Gien, les côteaux des bords de la Loire sont formés de sables jaunes bien stratifiés, avec lits de galets à la partie supérieure. Ces sables ont été regardés jusqu'ici comme pliocènes, mais M. Dollfus les a considérés récemment comme contemporains des sables de la Sologne (Miocène inférieur). Leur surface forme une terrasse à 58^m au-dessus du fleuve. Mais en différents points (au nord de Briare, à l'ouest de Thou, entre Neuvy et Cosne, etc.), on trouve au sommet de la terrasse, sur une épais-

seur d'au moins 2^m, des sables différents. Par la variété de couleur de leurs éléments, ces sables supérieurs sont comparables à ceux des alluvions modernes et bien distincts des sables tertiaires uniformément jaunes. Malgré la petitesse des éléments, on peut y reconnaître par divers procédés un grand nombre de grains basaltiques. (L'électro-aimant sépare facilement les basaltes, et l'on peut également les reconnaître à la couleur violette qu'ils prennent si l'on dissout la patine d'oxydation qui les recouvre. Leur densité mesurée par les liqueurs lourdes est la même que celle des basaltes des alluvions modernes; enfin on y trouve au microscope des cristaux d'olivine.) Par l'abondance des basaltes ($\frac{1}{15}$ du poids total), ces sables sont quaternaires; on peut donc affirmer que la terrasse de 60^m a été formée ici à l'époque quaternaire, par remaniement des sables tertiaires sous-jacents et apports nouveaux d'éléments volcaniques. Il est impossible de suivre cette terrasse en aval de Gien, l'érosion ayant démantelé les côteaux d'altitude comparable, pour ne laisser subsister que la terrasse de 36^m, entre Gien et Dampierre.

2° Entre Moulins et Varennes-sur-Allier, les plateaux de 60^m au-dessus de l'Allier sont généralement formés par les sables miocènes (sables du Bourbonnais) fossilifères à Givreuil. Mais M. de Launay a indiqué depuis longtemps que la surface de ces sables avait dû être remaniée à l'époque quaternaire. En suivant le plateau perpendiculairement à l'Allier, entre le pont de Chaseuil et Montoldre, on trouve (aux Salnins, par exemple), dans les sables du sommet de la terrasse (58^m) de nombreux graviers d'un blanc mat, identiques aux trachytes du Puy-de-Dôme aussi bien par l'aspect extérieur que par la structure microscopique. Lorsqu'on s'éloigne de l'Allier ces sables disparaissent et l'on ne rencontre plus que les galets remaniés du Miocène. Ici encore, la terrasse de 60^m, bien que fréquemment formée par des éléments empruntés au Miocène, doit être considérée comme quaternaire, par l'abondance des graviers volcaniques dans les sables supérieurs.

D'après ces observations, on doit attribuer au Quaternaire, même si l'on ne retrouve pas de graviers volcaniques, la nappe caillouteuse de remaniement qui forme presque partout la terrasse de 60^m. Il en est de même dans la haute vallée de la Loire en amont de Nevers :

Cette terrasse existe nettement, par exemple dans le Roannais, entre Briennon et Riorges, et vient rejoindre obliquement, au nord du ravin de Villerest, à 57^m au-dessus du thalweg, les défilés creusés par la Loire dans le plateau carbonifère de Neulise. Les plateaux de Nervieux et de Poncins prolongent le terrasse précédente à travers le Forez et l'on y voit apparaître progressivement les basaltes. Enfin, plus au Sud, quelques banquettes en pleine roche établissent la liaison avec les terrasses de Saint-Vincent-sur-Loire et du Velay. Au nord du Puy, la nappe caillouteuse de 55^m passe sous le basalte de Montredon; elle est certainement quaternaire, la vallée du Pliocène supérieur s'étendant à 200^m au-dessus du lit actuel. (Les sables à Mastodontes, contenant à la base l'*Elephas meridionalis*, forment à leur sommet une terrasse typique de 200^m sous la coulée basaltique de la Garde de Taulhac.)

Cette régularité des terrasses de la Loire et de l'Allier est faite pour sur-

prendre au premier abord, la Loire actuelle étant très éloignée de son profil d'équilibre et traversant une série de défilés à pente rapide entre des bassins à pente plus faible. La constance des niveaux d'alluvions montre que ces variations de pente, déterminées par la nature des roches sous-jacentes, existaient déjà au Quaternaire et que nulle différence fondamentale n'apparaît dans le creusement des deux vallées.

M. **Giulio Costanzi** adresse une Note intitulée : *Sur la modification de l'équilibre élastique de la Terre.*

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

H. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 juin 1908.

Marcelin Berthelot, Commemorazione letta nell' adunanza a Classi Unite dell 8 marzo 1908 dal socio Icilio Guareschi. (Extr. des *Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino*, 2e série, t. LIX.) Turin, Carlo Clausen, 1908; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts. *Inventaire général des richesses d'art de la France. Province. Monuments civils;* t. VIII. Paris, Plon-Nourrit et Cie, 1908; 1 vol. in-4°.

Carte des gisements de coquilles comestibles : 1° De la côte nord du Finistère : 2° De la côte du Morbihan comprise entre la Vilaine et la rivière d'Auray (la Carte représente l'état des gisements en décembre 1907), dressée par M. L. Joubin. Paris, Erhard frères; 2 feuilles in-plano. (Présenté par S. A. S. le Prince de Monaco.)

L'évolution souterraine, par E.-A. Martel, avec 80 figures. (*Bibliothèque de Philosophie scientifique.*) Paris, Ernest Flammarion, 1908; 1 vol. in-12°. (Hommage de l'auteur.)

Géologie, par Stanislas Meunier. Paris, Vuibert et Nony, 1908; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Pluies, rivières et sources, par P. GARRIGOU-LAGRANGE. (Extr. des publ. de *L'Arbre et l'Eau*; Congrès de Limoges, 1907.) Limoges, Ducourtieux et Gou, 1908; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

L'Arbre et l'Eau. Société Gay-Lussac; *Premier Congrès, Limoges*, 1907; fasc. 1 et 2. Limoges; 2 fasc. in-8°.

Les races de l'Europe : I. La taille en Europe, par J. DENIKER. (Assoc. franç. pour l'av. des Sc.; Congrès de Lyon, 1907.) Paris, 1908; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Recueil des Notices et Mémoires de la Société archéologique du département de Constantine; 4e série, t. X, année 1907. Paris, R. Roger; Alger, Jourdan, 1908; 1 vol. in-8°.

The study of stellar evolution, an account of some recent methods of astrophysical research, by GEORGE ELLERY HALE. (*The decennial publications of the University of Chicago*; 2e série; t. X.) Chicago, 1908; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

ERRATA.

(Séance du 22 juin 1908.)

Note de M. *Vallot*, L'ablation de la mer de glace de Chamonix pendant 15 ans et pendant 50 ans :

Page 1356, lignes 12 et 11, en remontant, *supprimer les altitudes* 3755m et 2250m.

(Séance du 29 juin 1908.)

Note de M. *A. Lacroix*, Sur une nouvelle espèce minérale et sur les minéraux qu'elle accompagne dans les gisements tourmalinifères de Madagascar :

Page 1367, ligne 6, en remontant, *au lieu de* 1889, *lisez* 1899.
Page 1371, ligne 14, *au lieu de* de ses minéraux, *lisez* des minéraux.

Note de M. *Gouy*, Mesures électrocapillaires par la méthode des larges gouttes :

Page 1374, dans la 2e équation, *au lieu de* $\frac{a^2}{r}$, *lisez* $\frac{a^3}{r}$.

Page 1375, 11e ligne, *au lieu de* vous donne, *lisez* nous donne.

ACADÉMIE DES SCIENCES

SÉANCE DU LUNDI 13 JUILLET 1908.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice sur Alphonse Peron (*Correspondant de l'Académie*), *décédé le 2 juillet* 1908 *à Auxerre*, par M. **Douvillé**.

Alphonse Peron est né à Saint-Fargeau (Yonne) en 1834; il entra à l'École de Saint-Cyr en 1853 et fit la plus grande partie de sa carrière dans l'Intendance; malgré les lourdes occupations de ses fonctions, il a pris rapidement goût à la Géologie sous l'influence d'un autre de nos Correspondants, Cotteau, qui avait su créer autour de lui, à Auxerre, un centre d'études scientifiques.

Ses résidences diverses l'amenèrent successivement à Lyon, en Corse, en Algérie où il resta 6 ans, à Montauban, à Troyes, à Joigny, à Bourges et enfin à Châlons-sur-Marne. Partout il s'est occupé de Géologie avec zèle et succès, relevant les coupes de terrains, recueillant des fossiles avec lesquels il a patiemment constitué une collection considérable.

Ses premiers travaux remontent à 1865; ils sont relatifs aux environs de son pays natal, Saint-Fargeau, et surtout à l'Algérie qu'il avait explorée à fond; un peu plus tard, en 1883, il a résumé nos connaissances sur ce pays dans un travail des plus remarquables par sa concision et sa clarté sous le titre de *Essai d'une description géologique de l'Algérie*; il fut couronné par l'Académie (grand prix des Sciences physiques) et est resté depuis le vademecum de tous ceux qui s'intéressent à la Géologie de notre colonie. Il prenait en même temps une part effective à la *Description des Échinides d'Algérie*, publiée de 1879 à 1891, en collaboration avec Cotteau et Gau-

thier. Il était chargé principalement de la partie géologique; c'est ainsi qu'il montrait que le Sahelien de Pomel ne pouvait être conservé et qu'il était constitué, en réalité, par un assemblage de couches hétérogènes, appartenant les unes au Miocène supérieur et les autres au Pliocène.

Plus récemment, en 1896, il publiait, dans les *Mémoires de la Société géologique*, une importante monographie des Ammonites du Crétacé supérieur de l'Algérie.

Il s'intéressait tout particulièrement à ce dernier terrain qui avait été l'objet de ses premières études aussi bien dans l'Yonne que dans le nord de l'Afrique. Les fossiles de ses divers étages lui étaient devenus familiers et il avait pu reconnaître ainsi que la partie supérieure des couches à Hippurites des Pyrénées, qui représentaient pour Hébert le Turonien supérieur, appartenaient au contraire au Sénonien. La Note qu'il publia à ce sujet, en 1876, provoqua une discussion longue et acharnée qui dura plusieurs années; les nouvelles études qu'elle occasionna établirent le bien fondé de cette manière de voir qui est aujourd'hui admise par tous les géologues; les bancs à Rudistes sont de simples accidents intercalés à tous les niveaux.

On connaît les fructueuses explorations de M. Philippe Thomas dans le sud de la Tunisie; on sait que c'est à ce géologue qu'on doit la découverte des riches gisements de phosphates aujourd'hui si largement exploités, mais ce qu'on sait moins, c'est le noble désintéressement avec lequel il a abandonné à son pays tout le bénéfice de cette découverte d'une importance considérable au point de vue industriel. L'explorateur avait recueilli de très nombreux matériaux paléontologiques : Peron se chargea de décrire ceux qui provenaient des terrains crétacés et il publia à ce sujet, de 1889 à 1893, un Mémoire d'un grand intérêt pour la connaissance des faunes qui se développaient dans la Mésogée proprement dite à la fin des temps secondaires.

Sous son impulsion et sous celle de Cotteau et de ses élèves, la Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne était devenue un foyer d'activité scientifique; Peron publia, dans son *Bulletin*, des Mémoires importants : en 1887, des Notes pour servir à l'*Histoire du terrain de craie dans le sud-est du bassin anglo-parisien*; en 1897, une question de Géographie rétrospective à propos d'une récente trouvaille paléontologique; en 1899, une description des Céphalopodes et Gastropodes des terrains néocomiens; en 1902, *Les Nérinéidés des terrains jurassiques*; enfin, en 1905, *Les Pélécypodes rauraciens et séquaniens*.

Vers la même époque, il nous faisait connaître le résultat de ses études sur le Crétacique supérieur des Alpes Maritimes (1901) et sur le terrain

jurassique des environs de Bourges (1902) qu'il avait étudié longtemps auparavant lors de son séjour dans cette ville.

On voit que rien ne lui était étranger lorsqu'il était question de Géologie; les sujets les plus divers ont été pour lui l'occasion de travaux importants, toujours remarquables par les qualités de méthode, de clarté et de précision qui le distinguaient. Partout où il a passé il a laissé sa trace, éclaircissant les questions difficiles et nous faisant mieux connaître tous ces êtres si variés et si curieux qui ont habité la Terre pendant les périodes géologiques.

L'Académie l'avait admis au nombre de ses Correspondants en 1900, et la Société géologique de France l'avait nommé son président en 1905.

Depuis qu'il était passé au cadre de réserve, il s'était consacré tout entier au rangement de ses chères collections amassées peu à peu pendant 40 années de voyages et d'excursions et considérablement augmentées par le legs que lui avait fait son ami Cotteau. Du reste, il les avait toujours mises avec une obligeance charmante à la disposition des travailleurs, comprenant bien que le champ à défricher était si vaste qu'il n'y aurait jamais assez d'ouvriers; non seulement il communiquait libéralement ses échantillons, mais encore il vous faisait bien volontiers profiter de sa grande connaissance des fossiles, lorsqu'on avait recours à lui pour quelque détermination difficile; nous savons tous, pour les avoir mises à contribution, que sa complaisance et son obligeance étaient sans limites.

Depuis quelque temps sa santé s'était altérée; il avait pu encore présider l'année dernière, avec sa compétence et sa bienveillance habituelles, la Section de Géologie lors de la réunion à Reims de l'Association française pour l'avancement des Sciences; mais, depuis cet hiver, il se sentait gravement atteint. Il y a un mois, il me faisait part de son mauvais état de santé et il me demandait de lui renvoyer quelques échantillons qu'il m'avait communiqués, désirant, ajoutait-il, laisser sa collection bien en ordre. Je pensai d'abord que c'était une simple formule pour faire rentrer les objets prêtés, et c'est seulement en apprenant sa mort que j'ai compris qu'il avait à ce moment pleinement conscience de la gravité de son état.

Peron était de ces savants consciencieux et persévérants dont les travaux font avancer la Science sans bruit, mais sûrement. Son amour désintéressé pour la Géologie, son empressement et son obligeance à aider ses confrères par tous les moyens, son extrême affabilité l'avaient fait estimer et aimer de tous; il sera profondément regretté; par ses travaux, il vivra toujours dans notre souvenir.

PHILOSOPHIE DES SCIENCES. — *Sur une hypothèse qui pourrait, dans l'enseignement de l'Astronomie, dispenser de considérer les diamètres apparents du Soleil pour obtenir les variations de son rayon vecteur.* Note de M. J. **Boussinesq**.

I. Notre éminent confrère, M. H. Poincaré, à qui j'avais communiqué, il y a quelque temps, la substance de mon dernier article sur les hypothèses implicitement admises par les astronomes ([1]), remarqua qu'on pourrait se dispenser de mesurer les diamètres apparents du Soleil, ou obtenir sans cela les variations de son rayon vecteur, à la condition de faire les deux hypothèses de la fermeture de l'orbite et de la périodicité de la vitesse en ses divers points, non seulement pour la planète dont on veut déterminer le mouvement autour du Soleil, *mais aussi pour le Soleil lui-même dans sa translation apparente autour de la Terre*. Voici de cette proposition, que M. Poincaré me paraît avoir vue géométriquement ([2]), une démonstration analytique simple, pouvant offrir quelque intérêt.

On admet, bien entendu, que les deux périodes respectives T et T' des mouvements de la planète et de la Terre autour du Soleil aient été préalablement déterminées, grâce à d'assez longues observations.

II. Appelons x, y, z les trois coordonnées de la planète, à l'époque t, par rapport à un système d'axes rectangulaires menés par le centre du Soleil et de direction invariable, c'est-à-dire constamment orientés vers les mêmes points de la sphère céleste : et soient, d'une part, α, β, γ les trois cosinus directeurs, donnés en fonction de t par l'observation, de la droite inconnue et variable δ allant de la Terre à la planète; d'autre part, D la droite, également inconnue, menée du Soleil à l'observateur terrestre; enfin A, B, C ses trois cosinus directeurs, fonctions de t fournies, comme α, β, γ, par l'observation.

Les trois projections de D sur les axes seront AD, BD, CD; et celles de δ, $\alpha\delta$, $\beta\delta$, $\gamma\delta$. Il en résultera immédiatement

$$(1) \qquad x = \text{AD} + \alpha\delta, \qquad y = \text{BD} + \beta\delta, \qquad z = \text{CD} + \gamma\delta.$$

Or, soient A_1, B_1, C_1, α_1, β_1, γ_1 les valeurs connues que reçoivent A,

---

([1]) Voir le précédent numéro des *Comptes rendus*, p. 5.

([2]) Il m'affirme l'avoir, en effet, vue ainsi.

B, C, α, β, γ quand t croît de T, ou que x, y, z redeviennent les mêmes, et D_1, δ_1 ce que deviennent alors D, δ. Nous aurons

$$(2)\qquad \begin{cases} AD + \alpha\delta - A_1 D_1 - \alpha_1 \delta_1 = 0, \qquad BD + \beta\delta - B_1 D_1 - \beta_1 \delta_1 = 0, \\ CD + \gamma\delta - C_1 D_1 - \gamma_1 \delta_1 = 0, \end{cases}$$

système de trois équations homogènes en D, δ, D_1, δ_1 propres à déterminer les rapports mutuels de ces quatre inconnues et, par conséquent, en particulier, le rapport $\frac{\delta}{D}$ soit pendant une première révolution T, ou de $t = 0$ à $t = T$, soit durant la révolution suivante, de $t = T$ à $t = 2T$ où ce rapport est $\frac{\delta_1}{D_1}$.

On continuera ainsi de proche en proche (par l'application des formules à une nouvelle révolution), jusqu'au bout d'un temps mT, multiple de la période de la planète assez élevé pour comprendre (très sensiblement) un nombre exact n d'années T', après lequel se reproduiront les valeurs antérieures de A, B, C, α, β, γ et aussi, par suite, celles de $\frac{\delta}{D}$.

III. Ainsi, pendant toute cette durée de n années T' ou de m révolutions T de la planète, et ensuite durant un temps indéfini, on connaîtra le rapport $\frac{\delta}{D}$. Et il ne restera désormais que D d'inconnu, dans les seconds membres des formules (1) devenues

$$(3)\qquad x = D\left(A + \alpha\frac{\delta}{D}\right), \qquad y = D\left(B + \beta\frac{\delta}{D}\right), \qquad z = D\left(C + \gamma\frac{\delta}{D}\right).$$

Mais, en appelant D_0, par exemple, la valeur *initiale* de D (pour $t = 0$), et D_1, D_2, D_3, ..., D_{m-1} les valeurs de D aux époques $t = T$, $t = 2T$, $t = 3T$, ..., $t = (m-1)T$, séparées par des révolutions entières de la planète, le rapport $\frac{D_1}{D_0}$ et, de même, $\frac{D_2}{D_1}$, $\frac{D_3}{D_2}$, ..., $\frac{D_{m-1}}{D_{m-2}}$ se trouveront également donnés, de proche en proche, par le système homogène (2) ou ses analogues relatifs aux périodes T successives; et l'on en déduira les valeurs de $\frac{D_1}{D_0}$, $\frac{D_2}{D_0}$, $\frac{D_3}{D_0}$, ..., $\frac{D_{m-1}}{D_0}$. Or, en raison de la période annuelle T' de la fonction D, ces valeurs sont précisément, à l'ordre près, celles du rapport $\frac{D}{D_0}$ aux époques équidistantes très voisines

$$t = \frac{T'}{m}, \qquad t = \frac{2T'}{m}, \qquad t = \frac{3T'}{m}, \qquad \ldots, \qquad t = \frac{(m-1)T'}{m},$$

réparties sur toute l'étendue d'une année T'.

En effet, prenons comme unité de temps, pour fixer les idées, la $m^{\text{ième}}$ partie de l'année T'; en sorte qu'on ait $T' = m$ et, par suite, $T = n$. Alors $\frac{D_0}{D_0}, \frac{D_1}{D_0}, \frac{D_2}{D_0}, \frac{D_3}{D_0}, \ldots, \frac{D_{m-1}}{D_0}$ seront les valeurs de la fonction $\frac{D}{D_0}$ pour

$$t = 0, \quad t = n, \quad t = 2n, \quad t = 3n, \quad \ldots, \quad t = (m-1)n.$$

Ramenons, par la suppression des multiples de T' ou de m, ces valeurs de t à tomber dans l'intervalle de la première période T'; ce qui ne change rien à la fonction $\frac{D}{D_0}$. Les restes des divisions de n, $2n$, $3n$, ..., $(m-1)n$ par m seront tous distincts; car, si deux d'entre eux, ceux, par exemple, des divisions de pn et de qn, étaient égaux, la différence $(q-p)n$ se trouverait divisible par m, alors que le plus petit multiple commun de n et de m est, par hypothèse, mn. Donc les $m-1$ restes considérés, tous inégaux, seront, sauf interversion, 1, 2, 3, ..., $(m-1)$; et les m quantités connues $\frac{D_0}{D_0}, \frac{D_1}{D_0}, \frac{D_2}{D_0}, \ldots, \frac{D_{m-1}}{D_0}$, une fois rangées suivant l'ordre de grandeur croissante de ces restes, constitueront bien les m valeurs, pour

$$t = 0, \quad t = \frac{T'}{m}, \quad t = 2\frac{T'}{m}, \quad \ldots, \quad t = (m-1)\frac{T'}{m},$$

de la fonction cherchée $\frac{D}{D_0}$.

Or ces valeurs sont assez rapprochées, ou en nombre assez grand, pour permettre de construire en entier, avec toute l'approximation désirable, cette fonction continue, qu'auraient précisément fait connaître, presque sans calculs, les diamètres apparents successifs du Soleil.

IV. Comme, très probablement, la période T de la planète et l'année T' sont incommensurables entre elles, leur plus petit multiple commun trouvé mT ou nT' aura, en réalité, une durée trop grande, pour que les perturbations planétaires laissent si longtemps invariables les deux orbites, avec une approximation suffisante. Mais la démonstration fait voir que, sans attendre, à beaucoup près, l'accomplissement de la longue période mT, on connaîtra, par les valeurs de D au bout des temps T, 2T, 3T, ..., après qu'on aura soustrait de ceux-ci les multiples de T' qui y seront contenus, des rayons vecteurs de l'orbite terrestre indifféremment disséminés, dans son plan, un peu partout, suivant les diverses directions autour du Soleil.

MINÉRALOGIE. — *Sur la lave de la récente éruption de l'Etna.* Note de M. A. LACROIX.

Au cours de la récente éruption de l'Etna, j'ai poursuivi les recherches entreprises à la Montagne Pelée et au Vésuve sur les variations de tout genre qu'un même magma peut présenter en fonction des divers phénomènes qui caractérisent sa venue au jour.

La lave de 1908 appartient, comme celles des éruptions précédentes, à la grande famille basaltique. Au point de vue des conditions de l'émission du magma dont elle provient, il y a lieu de considérer (¹) : 1° une coulée d'une longueur d'environ 4^{km}; 2° des projections, problablement émises par des phénomènes *hawaïens* localisés au voisinage immédiat de la fissure d'où est sortie la lave; 3° des projections *stromboliennes*, ayant rejeté des scories légères extrêmement scoriacées qui ont été entraînées au loin.

Les matériaux émis dans ces diverses conditions ont, comme je vais le montrer plus loin, la même composition chimique; au point de vue minéralogique, ils présentent tous le caractère commun de renfermer les mêmes phénocristaux, qui, par suite, sont incontestablement d'origine intratellurique; ce sont surtout des plaglioclases, accompagnés d'une faible quantité d'augite, de magnétite et d'une quantité plus faible encore d'olivine. Les plagioclases sont très maclés suivant la loi de l'albite, parfois aussi suivant celle de Carlsbad; ils appartiennent à une série basique (labrador à bytownite); leurs zones sont peu nombreuses et correspondent généralement à des types de composition voisine; ils sont très riches en inclusions vitreuses, irrégulièrement distribuées.

Les seules variations que présentent les laves émises dans chacune des conditions énumérées plus haut portent sur la nature de la pâte. Le type le plus cristallin a été recueilli dans la partie centrale de gros blocs provenant de divers points de la coulée. Ils ne renferment que peu de verre; on y distingue des microlites d'augite et d'olivine, ayant sensiblement la même taille, des microlites de labrador de grandes dimensions, et enfin un feutrage de cristaux plus petits de plagioclases, un peu moins basiques que les précédents, et d'augite souvent filiforme, qu'accompagnent de nombreux grains ou cristallites de titanomagnétite.

(¹) *Comptes rendus.*

L'*olivine microlitique* doit spécialement appeler l'attention; elle offre, en effet, toutes les particularités de forme et de structure [allongement suivant l'axe vertical, avec g^3(120) et p(001) comme formes dominantes et parfois e^1(011); richesse en inclusions vitreuses à bulles; parfois développement squelettiforme] des microlites du même minéral, qui, d'après les observations de M. Michel Lévy, caractérisent certaines andésites et labradorites augitiques de la Chaîne des Puys.

L'examen des types refroidis brusquement permet d'apporter quelque précision dans la détermination de l'ordre de cristallisation des microlites. Malgré leur apparence fort vitreuse, les scories légères des explosions stromboliennes contiennent déjà de très nombreux microlites de plagioclases, d'augite et d'olivine; par contre la magnétite y est à peu près absente; ces minéraux sont disséminés dans du verre brunâtre, qui, sur les parois des cavités scoriacées, prend une coloration plus foncée. Ces scories datent du début de l'éruption; elles proviennent par conséquent de la partie supérieure du magma, arrivant de la profondeur à une haute température. Leur abondance à la surface, non fondue, des névés prouve qu'elles ont été refroidies rapidement et ne permet pas d'admettre qu'aucune cristallisation s'y soit produite après leur venue au jour. Une portion importante des microlites s'est donc formée dans la cheminée du volcan.

Les bombes scoriacées bulleuses et les fragments de toutes sortes rejetés sur les bords immédiats de la fente par des explosions hawaïennes ou stromboliennes sont déjà plus cristallins que les scories précédentes. Des échantillons encore très riches en verre ont été aussi recueillis à l'extrémité de la coulée en des points où un éclusage, produit après l'arrêt presque complet de la lave, a donné naissance à des masses cordées et riches en cavités stalactiformes, à parois vernissées. Ce sont des portions de magma ayant conservé une haute température, sous la carapace solidifiée de la coulée et qui, une fois éclusées, se sont refroidies très rapidement à cause de leur faible volume; on comprend dès lors qu'elles aient la même structure microscopique que les blocs de projection, mais que cependant les gros microlites d'olivine, d'augite et de plagioclases y soient plus nombreux; la magnétite microlitique y est toujours presque absente.

De ces différentes observations, on peut conclure que la cristallisation du magma microlitique s'est faite en deux phases : une première, commencée dans les canaux du volcan, continuée pendant l'épanchement, a fourni de gros microlites et une quantité infime de la magnétite. Le refroidissement moyennement rapide de la surface de la coulée a interrompu cette cris-

tallisation et a brusqué la consolidation définitive du magma par production de la presque totalité de la magnétite, accompagnée de cristallites d'augite et de feldspaths de petites dimensions. La cristallisation de l'olivine microlitique est donc comprise entre deux venues d'augite et de feldspaths.

D'après la nomenclature pétrographique française, la roche qui nous occupe n'est pas un basalte, puisqu'elle ne contient qu'une proportion infime de phénocristaux d'olivine, mais une *labradorite augitique et péridotique*. On sait que les laves de l'Etna correspondent à des types minéralogiques assez variés, les uns riches en phénocristaux d'olivine et d'augite, alors que d'autres n'en contiennent que peu ou pour ainsi dire pas du tout. Il serait intéressant de rechercher si l'olivine existe toujours en microlites quand elle manque en phénocristaux, si cette particularité minéralogique est indépendante de la composition chimique et seulement liée, comme cela a lieu pour la leucite, dans les laves du Vésuve, aux conditions physiques de l'éruption, ou bien si ces variations dans la manière d'être de l'olivine sont la conséquence de différences chimiques constantes.

Composition chimique. — Afin de voir s'il existe quelque différence systématique de composition chimique entre les divers produits étudiés plus haut, j'ai prié M. Pisani de faire l'analyse : *a*) de la lave la plus cristalline, recueillie dans la coulée, au pied de la Serra Giannicola Grande; *b*) des scories légères des explosions stromboliennes; *c*) d'une bombe très scoriacée des explosions hawaïennes.

	a.	*b*.	*c*.	Moyenne.
SiO^2	49,75	49,71	50,40	49,95
Al^2O^3	18,30	18,40	18,90	18,53
Fe^2O^3	2,85	1,93	2,65	2,48
FeO	6,28	6,96	5,82	6,35
MgO	3,45	3,45	2,99	3,29
CaO	9,76	9,80	9,41	9,65
Na^2O	4,96	5,13	5,20	5,12
K^2O	1,89	1,72	1,54	1,72
TiO^2	2,45	2,58	2,58	2,54
P^2O^5	0,03	0,02	0,03	0,03
Perte au feu	0,40	0,00	0,10	0,17
	100,12	99,70	99,62	99,83

On voit qu'il n'existe entre ces nombres que de faibles différences, ce

qui était à prévoir d'ailleurs, si l'on fait état des résultats fournis par l'étude des laves émises par la Montagne Pelée et le Vésuve, au cours d'éruptions ayant fourni une masse de matériaux beaucoup plus considérable et, dans le premier cas, ayant eu une longue durée.

Certaines de ces données correspondent assez bien avec celles des analyses de laves de l'Etna antérieurement publiées; elles sont par contre assez différentes pour quelques éléments; la teneur en alcalis notamment et surtout en titane y est plus considérable, celle en fer moindre, mais les analyses, dont il s'agit, étant anciennes, on ne doit pas conclure à l'existence de variations aussi grandes, avant d'avoir procédé à quelques nouvelles recherches analytiques sur les laves d'éruptions antérieures ([1]).

Cendres des explosions vulcaniennes du cratère. — Au cours de l'éruption, le cratère central n'a fourni que des explosions vulcaniennes. Il me reste à montrer que la poussière fine rejetée par celles-ci n'est pas constituée par du magma neuf. Les cendres du 29 avril (recueillies sur l'Observatoire), que je dois à l'obligeance de M. Riccò, ne diffèrent de celles du 20 mai qu'en ce qu'elles ont un grain plus grossier et que leur couleur est rouge, au lieu d'être d'un gris blanchâtre. L'étude minéralogique ne prouve rien pour ce que je veux démontrer, puisque tous les matériaux constituant le volcan sont composés des mêmes minéraux; il n'en est pas de même pour la composition chimique.

L'analyse suivante a été faite sur la cendre du 20 mai :

SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	TiO^2.	P. au f.
51,8	18,45	4,97	3,96	2,99	7,55	3,52	1,61	2,45	3,00 = 100,33.

Elle se distingue de celle du magma neuf par une teneur moindre en chaux et en soude, par une proportion assez élevée de produits perdus au rouge (comprenant un peu de soufre) et par l'oxydation plus grande du fer; enfin elle contient environ 0,10 pour 100 de produits solubles, surtout constitués par du sulfate de chaux, des chlorures alcalins (y compris celui d'ammonium).

Cette cendre est formée par de la poussière des roches formant la paroi du cratère, attaquées par les fumerolles acides et concassées par les explo-

([1]) Quelques essais permettent de constater que pour le titane en particulier l'absence ou la faible quantité de ces corps, qui caractérisent les anciennes analyses, sont dues à des imperfections analytiques.

sions (¹). A ce point de vue, il m'a paru plus intéressant d'analyser cette cendre que la cendre rouge du début, car elle s'est produite après le nettoyage de l'intérieur du cratère par les premières explosions et par suite ses éléments doivent être moins altérés.

Ces conclusions, concernant la nature des cendres fines des explosions vulcaniennes, sont du même ordre que celles que j'ai formulées à l'occasion de l'éruption du Vésuve; si, dans ce volcan, la composition chimique des cendres vulcaniennes est plus différente de celle des produits stromboliens qu'à l'Etna, cela tient à ce que sa constitution pétrographique est plus hétérogène que celle du grand volcan sicilien.

PARASITOLOGIE. — *Sur une hémogrégarine de la Couleuvre argus.* Note de M. A. Laveran.

J'ai eu l'occasion récemment d'étudier chez trois Couleuvres argus (*Morelia spilotes* Lacépède), venant d'Australie, une hémogrégarine qui est intéressante.

Cette hémogrégarine est probablement la même que celle qui a été signalée par MM. Sambon et Seligmann sous le nom de *H. Shattocki* (²), mais ces auteurs n'ont vu que les formes endoglobulaires du parasite et ils n'ont donné de ces formes elles-mêmes qu'une description incomplète.

Je décrirai successivement : 1° les formes endoglobulaires; 2° les hémogrégarines libres; 3° les formes de multiplication endogène.

1° *Formes endoglobulaires.* — Ce sont les seules formes qu'on observe dans le sang examiné aussitôt après sa sortie des vaisseaux.

Dans le sang frais, les hémogrégarines forment des taches claires allongées, ovalaires, dans les hématies parasitées; elles ont été notées comme très rares chez une des couleuvres, non rares chez les deux autres.

Dans les frottis de sang desséché, fixé et coloré par le liquide de Giemsa, les hémogrégarines se montrent sous les aspects qui sont représentés dans les figures 1, 2, 3, 4.

A une première phase de développement, le parasite a une forme allongée, cylindrique, un peu incurvée d'ordinaire; les deux extrémités sont arrondies (*fig.* 1) ou

(¹) Toute différente est la cendre tombée sur Acireale le 29 avril, que j'ai pu étudier grâce à l'obligeance de M. G. Platania : elle est constituée par un mélange de poussière de scories noires récentes et de débris rubéfiés provenant des parois de la bouche de sortie.

(²) P. Manson, *Tropical diseases*, 4ᵉ édit., p. 816.

bien une des extrémités est arrondie, tandis que l'autre s'effile légèrement (*fig.* 2). Vers la partie moyenne, on voit un noyau arrondi ou ovalaire.

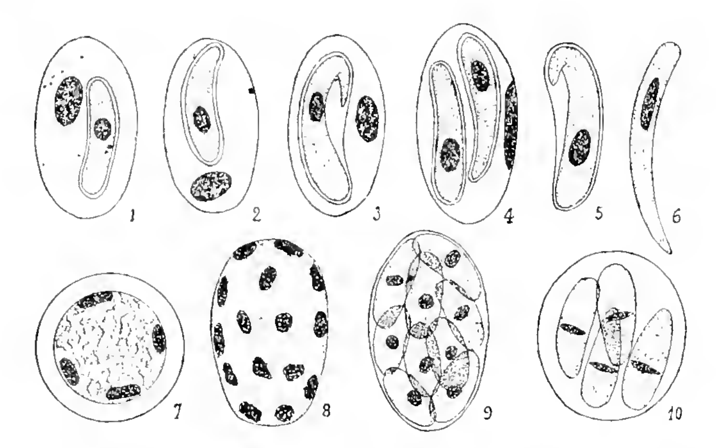
A une phase plus avancée, le parasite a la forme d'un vermicule cylindrique dont une des extrémités, nettement effilée, est repliée comme l'indique la figure 3. Le noyau ovalaire est situé vers la partie moyenne, le protoplasme est homogène ou contient de fines granulations chromatiques.

Une même hématie contient parfois deux hémogrégarines (*fig.* 4).

Les parasites endoglobulaires mesurent de 10^{μ} à 12^{μ} de long sur 3^{μ} de large environ.

On distingue d'ordinaire, autour des hémogrégarines, un petit espace vide, et cet espace vide est souvent limité, du côté du protoplasme de l'hématie, par une ligne rose très fine qui est surtout très apparente lorsque le vermicule est replié (3), ce qui a pour effet d'augmenter l'étendue de l'espace clair du côté de la concavité du parasite. Il ne paraît pas douteux qu'il s'agisse d'une mince gaine entourant le parasite et non d'une simple condensation du protoplasme de l'hématie refoulé par le développement de l'hémogrégarine. Quand l'hématie est détruite, le parasite reste souvent enveloppé dans sa gaine comme l'indique la figure 5.

Les hématies parasitées sont peu altérées; elles s'allongent et mesurent parfois 18^{μ} et 21^{μ} de long, alors que les dimensions normales des hématies de la Couleuvre argus sont : 14^{μ} à 15^{μ} de long sur 9^{μ} de large. Les noyaux des hématies sont refoulés, tantôt vers une des extrémités (2), tantôt latéralement (3, 4); le noyau est parfois allongé, aplati, rarement il est augmenté de volume. Le protoplasme des hématies parasitées a son aspect normal.



1, 2, 3, Hématies contenant chacune une hémogrégarine. — 4, Hématie contenant deux hémogrégarines. — 5, Hémogrégarine libre, encore encapsulée. — 6, Hemogrégarine libre, dépliée et débarrassée de son enveloppe. — 7, Élement parasitaire en voie de division dans un vaisseau capillaire du poumon. — 8, 9, Stades plus avancés de la division. — 10, 4 mérozoites arrivés à leur développement complet dans un vaisseau capillaire du poumon. Grossissement : 1300 D environ.

2° *Hémogrégarines libres.* — Lorsqu'on examine du sang frais qui a été retiré des vaisseaux depuis une heure environ ou mieux du sang qui a été mélangé à de l'eau physiologique citratée, on constate qu'un certain nombre d'hémogrégarines sont

devenues libres. Les parasites se présentent sous l'aspect de vermicules d'ordinaire incurvés, animés de mouvements variés et assez vifs. Les vermicules s'allongent et s'amincissent, ou bien ils se rétractent et s'épaississent, ils circulent au milieu des hématies, parfois ils se fixent par une de leurs extrémités sur la lame de verre porte-objet ou sur la lamelle couvre-objet et ils tournoient autour de ce point fixe en entraînant les hématies voisines. L'une des extrémités est d'ordinaire plus arrondie que l'autre. Un vermicule observé entraînait à sa suite un débris qui était très problablement un reste de la gaine déchirée. Vers la partie moyenne des vermicules, on distingue souvent un petit espace clair qui correspond au noyau.

En faisant des frottis avec le sang mélangé depuis une heure ou deux à de l'eau physiologique citratée, on obtient des préparations qui, après fixation et coloration, permettent d'étudier la structure des hémogrégarines libres. La longueur des vermicules varie, suivant qu'ils ont été fixés à l'état de rétraction ou d'allongement, de 11^{μ} à 18^{μ} ou 20^{μ}. Les éléments les plus allongés sont aussi les plus minces, ils n'ont que 1^{μ} à $1^{\mu},50$ de large; une des extrémités est d'ordinaire plus effilée que l'autre. Les vermicules sont incurvés. Le noyau cylindrique, allongé, est en général plus rapproché de l'extrémité arrondie que de l'extrémité effilée (6).

3° *Formes de multiplication endogène.* — Ces formes n'ont jamais été vues dans le sang de la grande circulation. C'est sur des coupes histologiques du poumon colorées avec le liquide de Giemsa que j'ai réussi à les voir; je ne les ai pas trouvées sur des coupes de foie.

L'hémogrégarine qui est sur le point de se diviser prend une forme sphérique et augmente sensiblement de volume. Le noyau se divise en 2, 4, 8, 16 karyosomes.

La figure 7 représente une hémogrégarine à un des premiers stades de la division dans un capillaire du poumon. On distingue 4 karyosomes disposés régulièrement à la périphérie.

A une phase plus avancée, les éléments en voie de multiplication prennent une forme ovalaire (8, 9); ils mesurent de 15^{μ} à 18^{μ} de long, quelquefois davantage. Lorsqu'ils se présentent transversalement, sur les coupes, leur forme est arrondie et l'on ne distingue qu'un petit nombre des éléments composants.

Lorsque la division nucléaire est achevée, le protoplasme se divise à son tour et l'on distingue de petits éléments, sphériques d'abord, de 5^{μ} de diamètre environ, puis de forme ovalaire, munis chacun d'un karyosome arrondi.

Les éléments de nouvelle formation augmentent de volume et s'allongent; ils atteignent 8^{μ} à 10^{μ} de long sur 4^{μ} de large; l'une des extrémités est souvent plus arrondie que l'autre. Chaque élément possède un karyosome qui est souvent de forme allongée et disposé transversalement par rapport au grand axe du mérozoïte. Le protoplasme finement granuleux est plus ou moins coloré en bleu, suivant que la préparation a séjourné plus ou moins longtemps dans le liquide colorant.

La figure 10 représente 4 mérozoïtes libres dans la lumière d'un capillaire du poumon. Dans des frottis frais du poumon, j'ai vu quelques mérozoïtes mobiles. Les mérozoïtes vont se loger dans des hématies et le cycle de l'évolution de l'hémogrégarine dans le sang de la Couleuvre recommence.

Le cycle de l'évolution en dehors de la Couleuvre n'est pas connu. Les ixodes qui se

fixent souvent entre les écailles des Serpents interviennent probablement. J'ai cherché vainement des ixodes sur les trois Couleuvres argus qui font l'objet de cette Note.

C'est une règle à peu près générale que les formes de multiplication des hémogrégarines ne se rencontrent pas dans le sang de la grande circulation.

J'ai montré, dès 1898 ([1]), que les formes de multiplication de *H. Stepanowi* se trouvent principalement dans le foie de *Cistudo europæa*; le même fait a été établi depuis pour d'autres hémogrégarines des Chéloniens : *H. stepanowiana* de *Damonia Reevesii*, *H. mauritanica* de *Testudo mauritanica*.

C'est aussi dans le foie qu'il faut rechercher les formes de multiplication de l'hémogrégarine de la Gerboise, *H. Balfouri* ([2]).

L'hémogrégarine du Chien, *H. canis*, qui se développe dans les leucocytes, a ses formes de multiplication dans la moelle osseuse ([3]).

Chez les Ophidiens, c'est dans les capillaires du poumon que paraît se faire principalement la multiplication des hémogrégarines. Lutz a signalé l'existence dans les capillaires pulmonaires d'*Eunectes murinus* infectés d'hémogrégarines, de formes de multiplication qu'il a décrites sous les noms de kystes à macrosporozoïtes et de kystes à microsporozoïtes ([4]).

Chez les deux Couleuvres argus que j'ai sacrifiées, les formes de multiplication se trouvaient seulement dans les capillaires pulmonaires. Il ne paraît pas douteux que les éléments décrits plus haut et figurés (7, 8, 9, 10) représentent les formes de multiplication endogène (schizogonie) de l'hémogrégarine de *Morelia spilotes*.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des oxydes métalliques sur les alcools primaires (cas des oxydes irréductibles).* Note de MM. **Paul Sabatier** et **A. Mailhe**.

Ainsi que nous l'avons annoncé dans une précédente Note (*Comptes rendus* du 29 juin), beaucoup d'oxydes irréductibles par les vapeurs d'alcools

---

([1]) A. Laveran, *Soc. de Biologie*, 8 octobre 1898.

([2]) A. Laveran, *Comptes rendus*, 31 juillet 1905. — A. Balfour, *Second Report of the Wellcome Research Laboratories*, Khartoum, 1906, p. 97.

([3]) Christophers, *Scientif. Mem. by Offic. of the med. a. sanit. Dep. of the Gov. of India*, Calcutta, Mém. 26 et 28.

([4]) A. Lutz, *Centralbl. f. Bakter.*, erste Abteil., t. XXIX, 1901, p. 390.

primaires jouissent de la propriété de les décomposer catalytiquement au-dessous de 360°. Pour quelques-uns, cette décomposition a lieu à la manière des métaux divisés, avec formation d'aldéhyde et d'hydrogène. Pour d'autres, elle consiste en une déshydratation, mettant en liberté le carbure éthylénique. Enfin un troisième groupe d'oxydes fournit simultanément les deux réactions.

Afin de permettre la comparaison des aptitudes catalysantes des divers oxydes, nous rapportons tous les résultats consignés ci-dessous aux conditions expérimentales qui ont été précisées dans notre Note du 29 juin dernier. Les volumes de gaz indiqués sont ceux obtenus par minute, avec l'alcool éthylique, à des températures voisines de 340°-350°. Notons comme indication utile que le cuivre réduit léger, employé dans ces conditions, fournit 110^{cm^3} d'hydrogène par minute.

I. *Oxydes catalyseurs déshydrogénants.* — C'est à ce groupe, peu nombreux, qu'appartient l'*oxyde manganeux* vert pâle MnO, obtenu soit en réduisant par les alcools les oxydes supérieurs de manganèse [1], soit en chauffant vers 450° le carbonate manganeux dans un courant prolongé de vapeurs d'alcool. Il catalyse les alcools primaires à la manière du cuivre, mais bien moins vite : à 350°, il y a seulement par minute $3^{cm^3},5$ d'hydrogène dégagé.

C'est à cette catégorie qu'il convient de rattacher certains oxydes qui ne sont que lentement réduits par les alcools, savoir l'oxyde stanneux SnO et l'oxyde de cadmium CdO.

L'*oxyde stanneux* orangé, obtenu en réduisant rapidement l'oxyde stannique SnO^2 par les vapeurs d'alcool, fournit 45^{cm^3} d'hydrogène, contenant seulement de petites proportions d'anhydride carbonique issu de la réduction lente à l'état de métal. Après 12 heures de passage, des globules d'étain apparaissaient nettement dans l'oxyde, le dégagement gazeux était abaissé à 22^{cm^3} par minute.

L'*oxyde de cadmium* est réduit plus vite que l'oxyde stanneux : mais le cadmium métallique produit, qui communique à l'oxyde une teinte verdâtre, et qui se sublime en partie, possède lui-même un pouvoir catalyseur analogue à celui de l'oxyde. La formation d'aldéhyde demeure donc à peu près constante. Au début, il y a 20^{cm^3} de gaz dégagé dont $11^{cm^3},2$ d'hydrogène et $8^{cm^3},8$ d'anhydride carbonique. 10 minutes après, il se dégage par

---

(1) Voir notre Note du 6 juillet.

minute 12^{cm^3} de gaz renfermant $10^{cm^3},7$ d'hydrogène et seulement $1^{cm^3},3$ de gaz carbonique.

II. *Oxydes catalyseurs déshydratants.* — Nous trouvons dans ce groupe, à côté de l'*alumine* précipitée et desséchée à 300°, la *thorine*, et l'*oxyde bleu de tungstène*, préparé en réduisant l'anhydride tungstique TuO^3 par les alcools (voir notre Note du 6 juillet). Avec l'éthanol, au-dessus de 280°, on obtient un dégagement d'éthylène pur, avec seulement des traces de dédoublement aldéhydique. A 340°, les doses respectives de gaz dégagé étaient :

	cm³
Pour l'alumine	21
Pour la thorine	31
Pour l'oxyde bleu de Tu	57

Ce pouvoir catalyseur se maintient longtemps, mais va toutefois en diminuant peu à peu.

Les autres alcools primaires forméniques se comportent de même et fournissent le carbure éthylénique correspondant, sans production notable de carbure condensé. Pourtant avec l'*alcool isobutylique*, nous avons constaté la formation d'un peu de diisobutylène ($\frac{1}{10}$ au plus).

Avec l'*alcool benzylique*, les catalyseurs de déshydratation donnent lieu à la réaction

$$n\,C^6H^5.CH^2OH = n\,H^2O\,(C^6H^5.CH)^n.$$

Il y a production d'une matière résineuse brun jaunâtre de formule brute C^7H^6, qui forme sur l'oxyde un dépôt volumineux très caractéristique.

III. *Oxydes catalyseurs mixtes.* — Beaucoup d'oxydes donnent lieu simultanément aux deux réactions, produisant à la fois de l'hydrogène et l'aldéhyde, de l'eau et le carbure éthylénique. Pour un même alcool, la proportion des deux réactions varie selon la nature de l'oxyde, selon la manière dont il a été préparé, et aussi suivant la température où est conduite la catalyse : l'élévation de température a pour effet d'augmenter les vitesses des deux réactions, mais surtout celle du dédoublement aldéhydique.

Les *oxydes de silicium, chrome, titane, zirconium, glucinium, zinc,* provenaient de la dessiccation à 300° des hydrates. L'*oxyde noir d'uranium* UO^2, l'*oxyde bleu de molybdène* Mo^2O^5, l'*oxyde noir de vanadium* V^2O^3 avaient été préparés en réduisant par l'alcool, vers 350°, les oxydes UO^3, MoO^3, V^2O^5.

Avec l'éthanol, dans les conditions normales déjà indiquées, ils ont donné lieu aux résultats suivants :

	Volume de gaz par minute.	100^cm3 de gaz contiennent : Éthylène.	Hydrogène.
	cm³	vol	vol
Cr^2O^3	4,2	91	9
SiO^2.........	0,9	84	16
TiO^2	7,0	63	37
GlO.........	1,0	45	55
ZrO^2	1,0	45	55
UO^2.........	14	24	76
Mo^2O^5.......	5	23	77
V^2O^3........	14	9	91
ZnO.........	6	5	95

Les fixations temporaires qui déterminent la catalyse s'exerçant seulement à la surface des catalyseurs, il est visible que l'*état physique* de l'oxyde exerce une grande influence sur la rapidité du phénomène. Les oxydes amorphes, obtenus par précipitation et dessiccation à température peu élevée, sont beaucoup plus actifs que ceux qui sont cristallisés, ou qui ont subi une calcination au rouge vif : ces derniers ont, à masse égale, une surface moindre et, comme l'a indiqué depuis longtemps l'action des acides, ils ont une activité chimique bien moins puissante.

La nature même de la réaction peut être changée. Avec les oxydes catalyseurs de déshydratation, la condensation moléculaire ralentit beaucoup la vitesse de cette dernière et permet l'introduction de la réaction de dédoublement aldéhydique, qui tend à prédominer.

L'*oxyde chromique*, issu de la déshydratation à 300° de l'hydrate bleu précipité, fournit $4^{cm^3},2$ de gaz ayant, pour 100^{vol}, 91^{vol} d'éthylène.

Préparé par calcination à 500°, il donne seulement $2^{cm^3},8$ de gaz contenant 46 pour 100 d'éthylène.

L'oxyde chromique, obtenu par décomposition explosive du bichromate d'ammonium, donne $1^{cm^3},2$ de gaz ayant 38 pour 100 d'éthylène.

Enfin, l'oxyde cristallisé ne fournit à 350° aucun dégagement gazeux appréciable; il faut atteindre 400° pour obtenir une production de 2^{cm^3} d'hydrogène à peu près pur.

Pour un même catalyseur, l'élévation de *température* accélère beaucoup la décomposition. Ainsi, avec un oxyde bleu de tungstène et l'éthanol,

nous avons eu par minute :

	Éthylène.
	cm³
A 260°..................	5
300..................	17,5
310..................	27
330..................	48,5
340..................	57,5
350..................	73

La vitesse est visiblement une fonction exponentielle de la température, le phénomène demeurant très régulier tant que la réaction de dédoublement aldéhydique ne vient pas s'introduire à côté de la première réaction, d'abord unique dans l'exemple cité.

M. Laveran fait hommage à l'Académie d'un *Rapport sur la prophylaxie de la maladie du sommeil*, qu'il a rédigé en collaboration avec M. le Dr Kermorgant et dont les conclusions ont été adoptées par la Société de Pathologie exotique. Il exprime l'espoir que l'adoption des mesures qu'ils conseillent pourra réussir à entraver les progrès de la maladie du sommeil dans nos colonies de l'Ouest africain.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Œuvres complètes de Christiaan Huygens*, publiées par la Société hollandaise des Sciences. Tome onzième. *Travaux mathématiques*, 1645-1651.

2° *Anecdota cartographica septentrionalia*, ediderunt Axel-Anthon Bjornbo et Carl-S. Petersen. (Hanniae sumptibus Societatis regiae scientiarum danicae.)

3° *Anatomie et pathologie des séro-appendices*, par M. R. Robinson. (Présenté par M. Chatin.)

Les **héritiers de M. Martin Thurwanger** demandent l'ouverture d'un pli cacheté déposé par M. Martin Thurwanger le 17 novembre 1888, dont le dépôt a été accepté par l'Académie le 19 novembre 1888 et qui a été inscrit sous le n° 4340.

M. le Président procède à l'ouverture de ce pli. Il contient la description sommaire, avec croquis non cotés et sans calculs ni expériences à l'appui, d'un aviateur à hélices.

ASTRONOMIE. — *L'éclipse partielle de Soleil du 28 juin 1908, observée à l'Observatoire de l'Ebre (Espagne).* Note de M. CIRERA, présentée par M. Bigourdan.

Lat. N. : 40° 49′ 14″. — Long. E. de Greenwich : $0^h 1^m 58^s,5$.

Le passage de quelques nuages devant le disque du Soleil nous a empêché de réussir dans les observations actinométriques et a rendu difficile la détermination du premier contact.

Voici les heures approchées (temps moyen de Greenwich) :

Premier contact......................	$5^h 8^m 17^s$
Second contact.......................	$6^h 36^m 22^s$

Profitant des éclaircies complètes, nous avons fait neuf photographies de 20^{cm} de diamètre à l'aide de notre équatorial astrophysique. Le moment exact de chacune de ces poses instantanées a été pris en temps sidéral. Dans ce but, nous nous sommes placé entre l'équatorial et l'horloge, ce qui nous permettait d'entendre le coup de l'obturateur tout en regardant le cadran de la pendule. Parmi les photographies obtenues, six ont donné un résultat très bon. On a pris soin de contrôler aussitôt après l'éclipse la pendule sidérale par des passages d'étoiles observés au cercle méridien. De cette façon, l'heure correspondant à chaque photographie peut être considérée comme exacte à la seconde près.

Les appareils magnétiques enregistreurs ont fonctionné avec régularité. On a fait, en outre, des observations directes du déclinomètre à de courts intervalles. Les petites variations magnétiques observées le 28, quoiqu'elles ne soient pas exactement semblables à celles des jours précédents, devront être comparées avec les variations obtenues par d'autres observatoires avant qu'on puisse les attribuer à une influence de l'éclipse. L'état magnétique des courbes, surtout de celle de l'unifilaire, peut être classifié comme calme ou quasi calme.

ASTRONOMIE. — *L'éclipse de Soleil du 28 juin 1908, observée à l'Observatoire de Strasbourg.* Note de M. **Robert Jonckheere**, présentée par M. Bigourdan.

A l'Observatoire de Strasbourg, j'ai observé les deux contacts de cette éclipse d'une manière satisfaisante, et il semble qu'on peut donner assez de poids aux heures suivantes, exprimées en temps moyen local :

Premier contact..............................	$5^h 52^m 52^s$
Second contact..............................	$6^h 34^m 8^s$

Durée totale de l'éclipse : $0^h 41^m 16^s$. Coordonnées géographiques du lieu : latitude Nord : 48°35′0″; longitude Est de Paris : 5°25′55″.

Le temps m'a été fourni par les soins de l'Observatoire. La lunette employée a 53^{mm} d'ouverture utile, 761^{mm} de distance focale et grossissait 68 fois; verre teinté rouge brun.

Je dois remercier M. le directeur E. Becker, dont l'obligeance m'a permis de faire ces observations.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse partielle de Soleil du 28 juin 1908 à l'Observatoire de Bordeaux.* Note de M. **F. Courty**, présentée par M. B. Baillaud.

L'observation de l'éclipse a été faite au grand équatorial; les deux contacts ont été notés aux instants suivants :

Premier contact	$5^h 17^m 17^s$	Temps moyen de Paris.
Second contact..........	$6^h 35^m 30^s$	

L'ouverture de l'objectif ($0^m,38$) avait été réduite à $0^m,24$ par un diaphragme circulaire. L'observation a été faite par projection avec grossissement oculaire de 400 fois.

Le ciel, presque couvert dans la journée, s'est complètement éclairci un peu avant l'éclipse et, au moment du premier contact, le bord solaire présentait une netteté relativement grande.

A la fin du phénomène, au contraire, l'ondulation du disque, vers la partie échancrée surtout, était excessivement marquée et l'observation du

second contact a présenté une grande indécision. A ce moment, d'ailleurs, des groupes de cirro-cumulus apparaissaient vers l'Ouest et en peu de temps gagnaient tout le ciel.

ASTRONOMIE. — *Sur l'histoire du relief lunaire.* Note de M. **P. Puiseux**, présentée par M. B. Baillaud.

L'éminent astronome Maurice Lœwy, enlevé à la Science en pleine activité le 15 octobre 1907, n'a pas eu la satisfaction de voir terminer l'*Atlas photographique de la Lune*, travail auquel il avait bien voulu m'associer dès l'origine. Le choix des épreuves destinées à la composition du dixième fascicule avait été fait d'un commun accord et n'a pas été modifié, mais j'ai dû rédiger seul le texte qui s'y rapporte et dont la publication est prochaine.

Cette étude a été faite en vue de confirmer et d'éclaircir certaines notions exposées dans les premières parties du travail. La richesse de détails des nouvelles feuilles, leur répartition dans presque toute l'étendue d'un fuseau limité en longitude se prêtent aussi à l'examen de questions nouvelles, dont nous donnerons ici un résumé.

La région voisine du pôle Nord possède des caractères orographiques différents de ceux du reste de la Lune, et moins éloignés de ceux que l'étude du relief terrestre nous a rendus familiers. Quand on a franchi la bande sombre connue sous le nom de *mer du Froid*, on a sous les yeux une calotte brillante, blanchie presque en entier par les traînées qui rayonnent autour du cirque Anaxagore. Celui-ci rentre, avec quelques-uns de ses voisins, dans le type habituel des excavations profondes, régulières, avec un bourrelet de faible saillie. Mais ils apparaissent ici comme des accidents clairsemés; ils se superposent à une structure plus générale et plus ancienne.

L'élément essentiel de cette structure est un double système de sillons, alignés sur deux directions principales. Toute la région se trouve ainsi divisée en compartiments rectangulaires. L'intérieur de chacune de ces cases est demeuré à peu près de niveau. Quelques-unes, qui n'ont pas suivi l'affaissement des voisines, se présentent à l'état de tables en relief. La plupart forment des bassins déprimés à fond plat, séparés les uns des autres par de minces cordons. Il existe peu de formes de transition entre ces bassins et les cirques formés ultérieurement par voie éruptive. Ceux-ci respectent souvent les limites des compartiments anciens; parfois ils les attei-

gnent ou même les dépassent sans les détruire, ce qui fournit une indication importante au sujet du mode d'évolution des cirques.

On est ainsi fondé à dire qu'il existe un type arctique, esquissé dans les zones équatoriales et tempérées par la survivance plutôt exceptionnelle de sillons conjugués, représenté dans le voisinage du pôle austral par beaucoup de fragments épars, mais par très peu de spécimens entiers. Nous sommes donc réduits à demander à l'observation d'une région restreinte la clef de ces deux problèmes, sans doute difficiles : Pourquoi, dans une vaste case limitée par des sillons, l'intérieur se déprime-t-il plus aisément que les bords ? D'où vient que ces compartiments se sont mieux conservés que partout ailleurs, sans excepter la région du pôle Sud ?

La réponse à la première question nous semble devoir être cherchée dans une voie où s'est déjà engagé Mellard Reade, à la suite d'études faites sur les chaînes de montagnes les plus récentes du globe terrestre.

Admettons qu'à un certain moment la croûte planétaire possède déjà quelque consistance, et que les couches profondes, jusqu'à une distance de la surface comprise, par exemple, entre 20^{km} et 60^{km}, présentent une température plus haute et un état de fluidité relative.

Cette croûte tend à se déformer sous l'action de causes multiples. On peut citer comme les plus généralement reconnues : les marées internes, dues aux attractions changeantes de la Terre et du Soleil, le taux du refroidissement, variable avec la profondeur, les dégagements locaux de gaz, amenant une répartition nouvelle de la pression interne.

Sans examiner la part qui doit être faite équitablement à chacune de ces causes, on doit admettre comme résultat d'observation que les tensions produites ont souvent dépassé la limite de cohésion de la croûte. Celle-ci a été sectionnée par de nombreux sillons disposés en séries parallèles, l'étendue embrassée par chaque sillon étant communément plus grande que l'intervalle qui le sépare de ses voisins. Il s'est ainsi formé un grand nombre de cases juxtaposées, dont la forme la plus fréquente est le losange.

Ce sectionnement rend possible la déformation réclamée par les forces extérieures. Mais, dès que la déformation est accomplie, les injections du liquide interne rétablissent entre les cases voisines une liaison temporaire. L'écorce lunaire se trouve ainsi dans la situation d'une voûte relativement mince, formée de voussoirs plus ou moins bien cimentés. Cette voûte est incapable de se soutenir sans appui. Le jour où la pression interne vient à baisser ou à se répartir autrement, certains voussoirs cèdent et manifestent un affaissement relatif.

Tant que la voûte est faible, la sollicitation est promptement suivie d'effet et un voussoir unique, s'affaissant sans se déniveler, relève dans un certain rayon autour de lui la pression interne. L'observateur placé au dehors voit se former un bassin quadrangulaire isolé. Plus rarement un massif se trouvera déchaussé et mis en relief par l'effondrement successif de ses voisins. Il constituera ce que les géologues allemands appellent un *horst*.

Restons dans le cas où c'est un seul voussoir qui s'affaisse. Mis en contact avec un liquide plus chaud, il se dilate. Mais cette dilatation est entravée dans le sens horizontal. L'espace manquant pourrait être regagné par un plissement opéré sur une large bande. Il le sera, au prix d'un moindre travail, par la formation d'un bourrelet sur le contour. La faiblesse relative de la pesanteur sur la Lune conduit, en effet, à demander plus aux mouvements dans le sens vertical et moins à la résistance moléculaire. Ce bourrelet peut être formé soit aux dépens du compartiment qui s'affaisse, soit aux dépens de ses voisins, contre lesquels il réagit. Mais l'existence d'un déversement peu rapide vers l'extérieur montre que c'est d'ordinaire la seconde alternative qui se réalise.

Dans une période ultérieure, où la résistance de la croûte sera devenue plus grande, elle pourra faire face, avant de se disjoindre, à une insuffisance de pression intérieure plus forte et répartie sur une plus grande étendue. Plusieurs compartiments entreront en jeu à la fois et les régions animées d'un mouvement relatif dans le sens vertical cesseront d'être limitées par les sillons anciens. La grande majorité des accidents du relief lunaire, en dehors de la calotte boréale, se rattache à cette seconde phase.

En résumé, la région arctique offre à notre étude les seuls exemplaires distincts du mode régulier de déformation d'une croûte mince, mode prédominant autrefois sur la Lune entière, mais aujourd'hui oblitéré presque partout par les éruptions volcaniques et les grands affaissements circulaires. Les environs du pôle boréal avaient depuis longtemps conquis un équilibre durable alors que tout le reste de la planète cherchait encore sa figure.

Discuter la raison de ce privilège serait une entreprise difficile à réaliser dans le cadre d'une Communication insérée aux *Comptes rendus*. Contentons-nous de signaler cette inégalité comme l'application d'une loi qui s'impose à la Lune comme à la Terre. Sur l'une et l'autre la dénivellation moyenne est fonction de la latitude. Mais cela ne veut pas dire que deux régions situées aux antipodes l'une de l'autre aient la même histoire. Sur

les deux planètes c'est le contraste et non la symétrie, l'opposition et non la correspondance diamétrale, qui résume le mieux la distribution des écarts entre la figure idéale et la figure vraie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certains systèmes d'équations différentielles.* Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. Jordan.

Soit le système d'équations différentielles

$$dt = \frac{dx_1}{X'_1} = \ldots = \frac{dx_n}{X'_n}, \tag{1}$$

où $X'_i = X_i + Y_i = \varphi_i(x_1, \ldots, x_i) + Y_i$ ne dépend que de $x_1, \ldots, x_i$, où φ_i est un polynome homogène de degré entier $p > 1$, Y_i une fonction d'ordre infinitésimal supérieur à p quand $x_1, \ldots, x_i$ sont infiniment petits du premier ordre (par exemple, un polynome ou une série de Mac Laurin dont les termes sont de degré $> p$, etc.).

Soit encore le système auxiliaire

$$dt = \frac{dx_1}{X_1} = \ldots = \frac{dx_n}{X_n}. \tag{2}$$

Ce système (2) admet les solutions, que j'appelle *simples* ou *déterminantes*,

$$x_i = \rho_i(a+t)^m, \qquad m = \frac{1}{1-p},$$

où a est un paramètre arbitraire, et où les ρ_i sont donnés par les n équations

$$m\rho_i = \varphi_i(\rho_1, \rho_2, \ldots, \rho_i). \tag{3}$$

J'appelle *solution stable* de (1) ou (2) une solution $x_1, \ldots, x_n$ qui tend vers l'origine $x_1 = \ldots = x_n = 0$ quand t croît indéfiniment et $t > 0$. Je prends encore le coefficient $-\beta_i$ de x_i^p dans X_i différent de zéro quel que soit i. On a les propriétés suivantes :

I. *Cas où p est impair* > 1. — Les conditions $\beta_1 > 0, \ldots, \beta_n > 0$ sont les conditions nécessaires et suffisantes : 1° pour que toutes les solutions réelles simples de (2) soient stables; 2° pour que toutes les solutions réelles de (2) soient stables; 3° pour que les solutions réelles de (1) dont les positions initiales sont assez voisines de l'origine soient stables.

Dans ces divers cas, chaque système de solutions stables réelles est de la forme

$$(4) \qquad x_1 = \ldots = x_j = 0, \qquad x_k = \rho_k (1 + \varepsilon_k)(a + t)^m \qquad (k = j + 1, \ldots, n),$$

$a \geqq 0$, $\lim \varepsilon_k = 0$ pour $t = +\infty$ [$\rho_1 = 0, \ldots, \rho_j = 0, \rho_{j+1}, \ldots, \rho_n$ est une solution réelle de (3)]. De plus, pour ces solutions, lorsque X'_i contient x_i en facteur, x_i garde le même signe quand t varie de o à $+\infty$.

On a encore des résultats analogues pour le système (2), quand on y suppose les coefficients des X_i légèrement variables avec $x_1, \ldots, x_i$ et même t, pourvu que les $|\beta_i|$ restent $> \gamma$ (γ fixe > 0) et que les coefficients aient une limite pour $x_1 = \ldots = x_n = 0$, $t = +\infty$. Les formules (4) se conservent, les ρ_i étant une solution du système (3), où l'on remplace les coefficients des X_i par leurs limites. Si ces coefficients remplissent les conditions ci-dessus pour tout l'espace (à n dimensions), les conditions $\beta_1 > \gamma, \ldots, \beta_n > \gamma$ sont les conditions nécessaires et suffisantes pour que toutes les solutions soient stables quelles que soient les valeurs initiales.

II. *Cas où p est pair.* — On a des énoncés semblables pour les solutions de valeurs initiales ($t = 0$) positives $\geqq 0$, si $x_1, \ldots, x_n$ restent positifs. C'est le cas lorsque, quel que soit i, X'_i est à la fois de la forme $X_i + Y_i$ et $\xi'_i + x_i \xi''_i$ (ξ'_i indépendant de x_i et $\geqq 0$ pour $x_1, \ldots, x_{i-1}$ positifs).

Enfin, si les Y_i sont holomorphes dans le domaine de l'origine, que p soit pair ou impair, les ε_k peuvent se calculer, en général, quand on a $p > 2$ et t assez grand, grâce à un théorème de M. Poincaré.

III. *Généralisations et applications.* — On peut aussi supposer $X'_i = \dfrac{U'_i}{V_i}$, X'_i fonction de $x_1, \ldots, x_i$; $U'_i = U_i + R_i$, U_i étant un polynome homogène de degré p_1, R_i étant formé de termes de degré $> p_1$; $V_i = x_i^{p'_1}(1 + Z'_i)$, $\lim Z'_i = 0$ pour $x_1 = \ldots = x_i = 0$; p_1, p'_1 entiers; $p_1 - p'_1 > 1$. Dans des cas étendus, on obtient alors des résultats analogues aux précédents. On rencontre des systèmes d'équations différentielles de ce type (¹) dans l'étude du régime de certains systèmes de n réservoirs, cylindriques *ou non*.

Des méthodes semblables s'appliquent à l'étude du régime de systèmes $S_1, \ldots, S_n$ de n réservoirs, cylindriques ou non, remplissant les conditions ci-après : chacun se vide dans un ou plusieurs des suivants; les exutoires d'un même réservoir sont tous des déversoirs non noyés de largeur assez peu variable et de crête horizontale au même niveau, ou tous

(¹) *Bull. de la Soc. math.*, t. XXXIII, 1905, p. 131, 137.

des ajutages de sections assez petites et dont les centres de gravité sont au même niveau; enfin, si un réservoir S_i ne reçoit de l'eau d'aucun des autres réservoirs, il est alimenté par un débit permanent $A_i \neq 0$ (en particulier $A_1 \neq 0$). Le régime est alors défini par les n équations

$$z_i \frac{dz_i}{dt} = B_i + b_{i1} z_1^{\theta_1} + \ldots + b_{i,i-1} z_{i-1}^{\theta_{i-1}} - b_{ii} z_i^{\theta_i} \qquad (i = 1, 2, \ldots, n);$$

b_{ii} et l'une des quantités B_i, b_{i1}, …, $b_{i,i-1}$, positives ou nulles, restent $> \gamma$ (γ fixe > 0), et tous ces coefficients sont limités supérieurement, $\theta_i = 1$ ou 3. On vérifie qu'il y a *un ou plusieurs régimes permanents limites* (un en général) *de toute solution.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les produits canoniques de genre infini.* Note de M. ARNAUD DENJOY, présentée par M. H. Poincaré.

Dans une Note du 29 juin dernier, j'ai énoncé quelques résultats concernant les facteurs primaires. Voici les applications que j'en ai faites à la théorie des fonctions entières de genre infini.

Relations entre l'ordre de grandeur et la croissance de la suite des zéros pour un produit canonique de genre infini.

Soit

$$F(z) = \prod_{n=1}^{\infty} \left(1 - \frac{z}{a_n}\right) e^{\frac{z}{a_n} + \ldots + \frac{1}{p_n}\left(\frac{z}{a_n}\right)^{p_n}}$$

le produit canonique considéré, dont nous supposons *donnée* la suite des *modules* des zéros et *arbitraire* la distribution des *arguments*. Le choix de l'exposant p_n a été expliqué dans une Note du 13 janvier 1908 et il sera précisé ci-dessous.

Soit $r_n = |a_n|$. Nous posons $\log r_n = x_n$, $\log n = y_n$, et nous interpolons de façon à avoir une fonction $y(x)$ continue et croissante, telle que $y(x_n) = y_n$. Posons $|z| = r = e^X$ et $y(X) = Y$. Nous supposerons l'interpolation telle que y soit munie de dérivées continues, au moins jusqu'à l'ordre deux. Si nous exigeons que $y'(x)$ soit une fonction non décroissante, le fait que la suite r_n soit de genre infini équivaut à $\lim_{r=\infty} y' = \infty$.

Les hypothèses qui permettent d'obtenir des évaluations précises sont à deux degrés.

Hypothèse A : y' simplement *non décroissant*, ou $y'' \geq 0$.

Hypothèse supplémentaire A : si $x_1 = x + \frac{h}{y'}$, h étant finiment grand, le rapport $\frac{y'_1}{y'}$ $\left[\text{tel que } h\left(\frac{y'_1}{y'} - 1\right) > 0\right]$ tend vers 1. (Hypothèse en particulier réalisée si $\frac{y''}{y'^2}$ tend vers 1.)

Hypothèse B, plus précise : si $x_1 = x + \frac{h}{\sqrt{y''}}$, $\frac{y''_1}{y''}$ tend vers 1. Cette condition entraîne $\lim \frac{y''}{y'^2} = 0$, mais n'est pas incompatible avec une croissance accidentée de y puisque y'' peut coïncider avec des fonctions $\frac{b}{(a-x)^2}$ si voisin que $x < a$ soit de a, pourvu que les b de ces fonctions tendent vers zéro.

S'il est impossible de trouver une fonction interpolatrice y satisfaisant à l'une ou l'autre de ces hypothèses, on comprend y entre deux fonctions y_1 et y_2 y satisfaisant. Il est possible de trouver y_1 et y_2 touchant y en une infinité de points s'éloignant à l'infini.

Dans tout ce qui suit, ε sera un nombre positif qui tend vers zéro avec $\frac{1}{X}$, et α un nombre fixe arbitrairement petit.

Maximum de $\log|F(z)|$ *pour* $|z| = e^X$. — La limite supérieure de ce maximum est

$$P_1(X) = e^{Y_1}[\varepsilon X \log X \ldots \log_h^{1+\alpha} X + (2+\varepsilon) \operatorname{Log} Y'_1].$$

Cette formule convient à l'hypothèse A, et, quel que soit l'ordre de croissance donné à l'avance d'une suite de zéros, on peut en choisir les modules et les arguments de façon que le produit canonique correspondant surpasse $(1-\alpha) P_1(X)$, sur une infinité de cercles infiniment grands.

L'hypothèse B contient toutes les conditions (remplies par les fonctions très régulières) pour que la limite supérieure puisse être déterminée asymptotiquement d'une façon exacte. On trouve, pour limite supérieure,

$$H_1(X) = e^{Y_1} \varepsilon X \log X \ldots \log_h^{1+\alpha} X + (2+\varepsilon) e^{Y_1} \left(L \frac{Y'}{\sqrt{Y''}} + \frac{\sqrt{\pi}}{2} \frac{1}{\sqrt{Y''}} \right).$$

En changeant ε en $-\alpha$ dans le second terme, on a une expression qui peut être dépassée pour une infinité de valeurs de x, avec une répartition convenable des arguments, quelle que soit la suite des modules des zéros, supposée *donnée* et satisfaisant à l'hypothèse B.

VALEUR DE L'EXPOSANT DE CONVERGENCE : 1° *Hypothèse A.* — P_1 s'obtient

en définissant p par

$$y' + \frac{1}{x} + \ldots + \frac{1}{x \log_2 x \ldots \log_{h-1} x} + \frac{1+\alpha}{x \ldots \log_{h-1} x \log_h x} = p + \theta$$

avec $0 \leqq \theta < 1$. Soit $\Lambda(x) = -\log \frac{d}{dx} \frac{-1}{\alpha \log_h^\alpha x}$. On a $y' + \Lambda'(x) = p + \theta$.

Si $\operatorname{Log} y'$ est infiniment petit par rapport à e^X, on peut réduire $P_1(X)$ à son premier terme. Sinon, on le réduit à son second, et l'on peut définir p par la condition de surpasser $y' - 1 + \Lambda'(x)$ et d'être au plus égal au plus grand des nombres $y' + \Lambda'(x)$ et $y' + \frac{d}{dx} h \operatorname{Log}_2 x$ (h finiment grand et variant arbitrairement). D'ailleurs l'hypothèse A fait place à celle plus large qu'il y ait un entier croissant compris dans ces limites (*cf.* avec une hypothèse analogue de M. P. Boutroux dans le genre fini). Ceci paraît établir une délimitation entre les diverses fonctions de genre infini suivant que $\int_{x_0}^{x} \frac{dx}{\log y'}$ a ou non un sens, le second cas donnant des fonctions voisines du genre fini.

Comme cas se rapprochant de la limite, on a $\log n = r$, $e^{\log r \log_2 r \ldots}$, avec $p = \log n = r, \ldots$.

2° *Hypothèse* B. — L'exposant $p = y' \pm \varepsilon\sqrt{y''}$ donne, quelle que soit la façon dont ε tend vers zéro, la même limite supérieure H_1.

Limite inférieure du maximum. — Ce sera dans tous les cas

$$Q_2(X) = \frac{1-\varepsilon}{Y_2'} e^{Y_2}.$$

Limites des zéros influant sur le maximum. — Si y lui-même satisfait à B (dans ce cas, on peut prendre $y_1 = y = y_2$), le maximum n'est modifié que d'une quantité relative infiniment petite par les variations simultanées d'arguments des zéros tels que $\left| \frac{r_n}{r} - 1 \right| > \frac{Y'^\varepsilon}{\sqrt{Y''}}$.

Fonctions très régulières et à croissance rapide. — *Exemples :* Pour des fonctions à croissance très régulière (telles que des combinaisons d'exponentielles et de logarithmes), on a $y' = y^{1+\varepsilon}$, $y'' = y'^{1+\varepsilon}$. Nos formules deviennent $H_1(X) = (1+\varepsilon) n \operatorname{L}_2 n$ [à remarquer que P_1 donne déjà la limite $(2+\varepsilon) n \operatorname{L}_2 n$]; $p = y'\left(1 \pm \frac{\varepsilon}{\sqrt{\log n}}\right)$; $Q_2(X) = (1-\varepsilon) n \times \frac{d \log r}{d \log n}$.

Ainsi, soit $r_n = (\log_r n)^{\frac{1}{\sigma}}$; si e_k est la fonction inverse de $\log_k$, on a $p = \sigma \log n \ldots \log_k n \left(1 \pm \frac{\varepsilon}{\sqrt{\log n}}\right)$, et le module maximum est inférieur à

$e_k(r^\sigma)e_{k-2}(r^\sigma)(1+\varepsilon)$ et supérieur à $\frac{1}{(\sigma+\varepsilon)}\frac{e_k(r^\sigma)}{e_{k-1}(r^\sigma)e_{k-2}\ldots e_1(r^\sigma)r^\sigma}$. Les formules sont valables même pour $k=1$, en faisant $e_{-1}=\log n$. Ces fonctions ont déjà été étudiées par M. Boutroux, qui a remarqué que, pour $k=1$, l'exposant de convergence $h \log n$ donnait la croissance minima pour $h=\sigma$.

Minimum. — Si l'on exclut des zones entourant les zéros et telles que : 1° les couronnes circulaires concentriques à l'origine, possédant au moins un point exclu et intérieures à $|z|=R$, aient une épaisseur totale infiniment petite par rapport à R; 2° à l'intérieur de chacune de ces couronnes, la totalité des régions exclues soit vue de l'origine sous un angle infiniment petit, pour tout point non exclu, on a $\log|F(z)| > -(1+\alpha)P(X)$, $P=P_1$ dans l'hypothèse A' (peut-être A suffit-elle), $P=H_1$ dans l'hypothèse B.

On pourrait remplacer α par ε à la condition que $\varepsilon LY'$ (hypothèse A') ou $\varepsilon L\frac{Y'}{\sqrt{Y''}}$ (hypothèse B) fût infiniment grand.

Dérivées logarithmiques. — Dans les mêmes zones, la dérivée logarithmique première est inférieure en module à $\frac{Y_1'}{r}P(X)$ et a son maximum supérieur à $\frac{n}{r}=\frac{Y_2'}{r}Q_2(X)$ sur tout cercle. La dérivée logarithmique $m^{\text{ième}}$ est, toujours dans les mêmes zones, inférieure à $e^{mY_1}\frac{Y_1'^{\,m(1+\alpha)}}{r^m}$ et a son maximum supérieur sur tout cercle à $\frac{n}{r^2} > \frac{Y_2'}{r^2}Q_2$.

La première de ces limites peut être considérablement diminuée si l'on exclut un système de zones telles que celles intérieures au cercle $|z|=R$ ont une aire totale infiniment petite par rapport à celle de ce cercle, sans qu'on soit assuré que ni l'une ni l'autre des propriétés de la première exclusion soient conservées. Les limites deviennent $\frac{1}{r^m}e^{\frac{m}{2}Y_1}Y_1'^{\,\frac{m}{2}(1+\alpha)}$. M. P. Boutroux avait déjà obtenu des résultats très précis dans cette dernière question.

PHYSIQUE. — *Sur les électrons positifs.* Note de M. Jean Becquerel.

Dans une Note précédente [1], j'ai brièvement décrit quelques expériences que j'ai interprétées en admettant l'existence d'*électrons positifs libres*. Il est

---

[1] Jean Becquerel, *Comptes rendus*, 22 juin 1908.

nécessaire, pour justifier cette conclusion, de montrer que les rayonnements actuellement connus ne paraissent pas suffire à expliquer les faits nouveaux observés.

Les rayons canaux issus d'un orifice percé dans la cathode c d'un tube de Crookes (figure de la Note précédente) pénètrent dans une ampoule B au milieu du faisceau cathodique émané de la même cathode. Une cathode secondaire c', formée d'une petite toile métallique ou d'une boucle de $1^{mm},5$, attire les charges positives et les fait pénétrer dans une ampoule D, dans laquelle on dispose un écran recouvert de willemite.

On a vu que, si le vide est suffisant et si les rayons cathodiques arrivent jusqu'en c', il suffit d'approcher un petit aimant vis-à-vis de c' ou en face de l'ampoule B entre les deux cathodes c et c' pour reconnaître l'existence d'un faisceau attiré par c' et fortement dévié normalement au champ magnétique dans le sens correspondant à un flux de charges positives. De plus, ce faisceau cesse d'être sensible à l'aimant dès qu'il a traversé la cathode c'.

Le rayonnement positif attiré par c' et dévié par l'aimant est *distinct des rayons canaux* émanés de c'. En effet, si l'on relie l'écran α à la cathode, on voit apparaître sur cet écran une nouvelle tache qui, lorsqu'on approche un aimant de c', n'est déplacée que d'une quantité extrêmement petite, dans le même sens que les rayons cathodiques allant de B vers D. Cette tache est produite par un rayon canal insensible à un faible champ magnétique et dont le très petit déplacement est dû à une légère déformation du champ électrique.

La tache des rayons canaux est à peine perceptible lorsque l'écran α n'est pas chargé négativement, sans doute à cause de la perte de force vive que subissent les ions positifs en s'éloignant de c'. Au contraire, la tache mobile due au prolongement du faisceau déviable ne change ni de position, ni d'intensité, ni de forme, que l'écran soit ou non relié à la cathode. Si l'on touche la paroi de D, cette dernière tache n'est pas modifiée, alors qu'au contraire la tache des rayons canaux est déformée et déplacée. *Le faisceau prolongeant le rayon déviable semble donc ne pas être électrisé.*

Pour expliquer l'existence d'un rayon positif déviable par l'approche d'un aimant, on peut émettre diverses hypothèses.

1° Le déplacement des rayons cathodiques peut produire au voisinage de c' une déformation du champ électrique, qui oriente les trajectoires des ions positifs.

Il est facile de se rendre compte que la déviation des rayons cathodiques doit entraîner un déplacement du faisceau positif du côté où les charges négatives sont transportées sur les parois, c'est-à-dire du côté où sont déviés ces rayons cathodiques : c'est précisément le sens du léger déplacement observé pour le rayon canal. Au contraire, le faisceau très mobile est dévié dans le sens opposé.

On peut d'ailleurs prouver autrement que le champ électrique n'est qu'à

peine modifié par les déplacements du faisceau cathodique. Avec un aimant placé en c', on amène les rayons cathodiques issus de cette cathode à former sur la paroi de B une tache située à quelques centimètres de c'. Si l'on approche de la cathode c un second aimant déplaçant le faisceau principal sans agir sensiblement sur le rayon issu de c', on constate que la tache formée par ce dernier rayon reste immobile et ne change pas de forme.

2° On peut penser qu'une partie des rayons canaux passe tantôt par une région de la boucle c', tantôt par une autre, et qu'il en résulte un changement de direction des corpuscules. Or, dans l'un des tubes employés, il y avait précisément une grande instabilité dans l'orientation des rayons canaux : ces rayons passaient tantôt par le centre de c', tantôt par les bords entre la boucle et les parois. On voyait donc (principalement sous l'influence du déplacement du faisceau cathodique) la tache des rayons canaux sauter *brusquement* d'un point à un autre, mais la région dans laquelle se déplaçait cette tache était fixe et limitée à une figure reproduisant une image déformée de la boucle. A côté des rayons canaux, il y avait toujours un autre faisceau, se déplaçant au contraire *progressivement* sous l'influence d'un champ magnétique.

3° L'hypothèse que le faisceau dévié pourrait être dû à des ions de faible vitesse est inadmissible si l'on remarque, encore une fois, qu'à côté du faisceau mobile on observe un rayon canal non dévié ayant franchi la même chute de potentiel.

4° Enfin le fait que le prolongement du rayon sensible ne paraît pas électrisé suggère l'idée d'une combinaison des ions positifs avec les électrons négatifs. Mais M. A. Righi (¹) vient de montrer que les systèmes formés par un électron gravitant autour d'un ion forment des *rayons magnétiques* capables de se déplacer non pas normalement, mais *parallèlement aux lignes de force*.

5° N'ayant pu réussir à expliquer les observations à l'aide des phénomènes connus, j'ai été amené à considérer le rayonnement dévié comme formé d'*électrons positifs* mis en liberté par l'action des rayons cathodiques sur les rayons canaux.

Le mécanisme par lequel sont libérés les électrons positifs nous échappe pour l'instant. Toutefois on peut faire les remarques suivantes. M. Lilienfeld (²) a déjà émis l'hypothèse que les électrons positifs, groupés au centre

(¹) A. Righi, *Atti Acc. Lincei*, A, t. XXVII, p. 87.
(²) J.-C. Lilienfeld, *Verh. d. deutsch. phys. Gesell.*, t. IX, 22 mars 1907, n° 7.

de l'atome, peuvent être amenés à la surface et ensuite rendus libres par l'attraction de l'atmosphère de corpuscules cathodiques. J'ajouterai que les chocs de ces corpuscules sur les ions formant les rayons canaux doivent jouer un rôle important : en effet, les électrons négatifs, qui possèdent une faible masse animée d'une grande vitesse, sont, à égalité de force vive, les corpuscules les plus aptes à briser les atomes matériels, vis-à-vis desquels ils agissent comme des projectiles.

Un résultat remarquable est la rapidité avec laquelle les électrons positifs disparaissent dès qu'ils sortent de l'atmosphère de corpuscules cathodiques. Ce fait, d'ailleurs très surprenant, étant admis, il est naturel que le faisceau observé au delà de la cathode c' ne soit plus chargé : ce faisceau doit être un flux de matière neutre dont la formation est corrélative de la disparition des électrons positifs libres. Les électrons positifs ont pu se recombiner avec le gaz du tube ; mais, si l'on songe que l'isolement des deux sortes d'électrons constitue la complète désintégration de la matière, il est permis d'émettre une hypothèse plus hardie : les électrons positifs se combinent peut-être directement avec des électrons négatifs qu'ils rencontrent libres ou qu'ils arrachent à la matière, et la question se pose de savoir quelle est la substance qui peut ainsi se former. Ne pourrait-on chercher dans cette combinaison la principale origine de l'hydrogène, qui se manifeste toujours dans les décharges à l'intérieur des tubes de Crookes ?

PHYSIQUE. — *Remarques à propos de la Note de M. Tissot « Sur l'emploi de détecteurs sensibles d'oscillations électriques basés sur les phénomènes thermo-électriques », présentée à la séance du 6 juillet.* Note de M. **Édouard Branly**.

Je fais usage depuis plusieurs années dans mon laboratoire, comme récepteurs d'ondes, de radioconducteurs *tellure-acier, tellurure d'argent, d'or, de mercure-acier*. Les pointes de tellure ou de tellurure ont la forme de trépied reposant sur un disque d'acier poli. Ces trépieds-disques sont employés au téléphone (circuit récepteur comprenant un élément de $\frac{1}{10}$ de volt, un trépied-disque et un téléphone). Je n'ai pas cru qu'il y avait lieu de faire intervenir un rôle thermo-électrique. Des pointes d'acier, trempées et polies, reposant sur un disque d'acier poli, étaient antérieurement utilisées par moi dans les mêmes conditions au téléphone ; mais les pointes de tellure et de tellurure étaient infiniment plus sensibles et plus régulières. Au

laboratoire, elles étaient préférables aux détecteurs électrolytiques. Autrefois, en 1891, j'avais déjà signalé des tubes à limaille où la limaille était un mélange de sélénium et de tellure. Ces tubes avaient la propriété de reprendre leur résistance sans choc après l'action d'une onde électrique et leur emploi au téléphone était, par cela même, avantageux.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le mécanisme de synthèse des cycles azotés. Action du pyruvate d'éthyle sur la paratoluidine.* Note [1] de M. **L.-J. Simon.**

Les mêmes motifs qui m'ont déterminé à reprendre l'action de la paratoluidine [2] sur l'acide pyruvique m'ont conduit à répéter également la réaction de son éther sur la même amine.

I. Cette réaction peut se formuler de la manière suivante :

$$2\,CH^3 - CO - CO^2C^2H^5 + 2\,C^7H^7 - NH^2 = C^{22}H^{25}N^2O^3 + C^2H^5OH + 2\,H^2O.$$

Le corps obtenu a déjà été décrit ainsi que quelques-unes de ses propriétés [3]. C'est une substance blanc jaunâtre bien cristallisée insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool bouillant et dans les autres solvants organiques. Cette substance, le corps A, fond à 193°-194° sans décomposition; elle se dissout dans l'acide sulfurique concentré en lui communiquant une coloration rouge foncé : en projetant sur glace, on obtient un corps absolument blanc, un peu plus soluble dans l'alcool et fondant à 152°.

L'acide sulfurique (l'acide chlorhydrique concentré agit de même) provoque l'élimination d'une molécule de paratoluidine

$$C^{22}H^{25}N^2O^3 + H^2O = C^{15}H^{15}NO^3 + C^7H^7NH^2.$$

Cette nouvelle substance, le corps B, se distingue très nettement de la première par des propriétés énoliques et cétoniques.

Tandis que le corps A est insoluble dans les alcalis aqueux, même à l'ébullition, le corps B y est soluble à froid; les acides dilués le précipitent de ses solutions alcalines. Il colore en rouge le chlorure ferrique alcoolique. Ses propriétés cétoniques sont manifestées par les réactifs habituels de cette fonction. Il renferme en outre un groupe carboxéthyle $CO^2C^2H^5$: l'action de la potasse alcoolique en provoque la saponification et l'acide résultant a conservé les propriétés énoliques de son éther.

---

(1) Présentée dans la séance du 6 juillet 1908.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 1400.

(3) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. IX, p. 493; *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1063, et t. CXXXV, p. 630.

Enfin en présence de l'air et de l'ammoniaque le corps B s'altère en produisant une liqueur rouge foncé, d'où l'on peut extraire une matière colorante presque noire reprenant en présence d'ammoniaque aqueuse la structure colloïdale.

L'éther A n'est ni dissous ni modifié par les alcalis aqueux, même à l'ébullition; par contre, la potasse alcoolique le saponifie et en outre lui arrache un groupe CO^2

$$C^{22}H^{24}N^2O^3 + 2KOH = C^{19}H^{20}N^2O + CO^3K^2 + C^2H^5OH.$$

La nouvelle substance obtenue, que nous désignerons par la lettre C, fond à 190°, c'est-à-dire à peu près comme celle d'où elle provient; elle n'a point acquis de propriétés nouvelles, mais elle a conservé la propriété de se dissoudre en se colorant en rouge brun dans l'acide sulfurique concentré; de cette solution on peut la régénère sans altération en projetant sur glace.

La constitution de ces trois substances serait représentée par

$$\begin{array}{ccc}
\begin{array}{l} C^7H^7N = C \text{——} CH^2 \\ \quad CO \quad (A) \quad C{\large\langle}^{CH^3}_{CO^2C^2H^5} \\ \qquad\quad N.C^7H^7 \end{array} &
\begin{array}{l} CO \text{——} CH^2 \\ CO \quad (B) \quad C{\large\langle}^{CH^3}_{CO^2C^2H^5} \\ \qquad N.C^7H^7 \end{array} &
\begin{array}{l} C^7H^7N = C \text{——} CH^2 \\ \quad CO \quad (C) \quad CH - CH^3 \\ \qquad\quad N.C^7H^7 \end{array}
\end{array}$$

Comme conséquence de cette manière de voir, il serait utile de passer de ces substances à la méthyltolylcétopyrrolidone que j'ai signalée récemment (*loc. cit.*); la stabilité relative du corps C vis-à-vis de l'acide sulfurique, ou du corps B vis-à-vis de la potasse, ne m'a pas permis jusqu'ici de jeter ce pont entre les deux réactions : le passage inverse de la méthyltolycétopyrrolidone au corps C sera sans doute plus facile à réaliser directement.

Tout ce qui précède s'applique également à l'action du pyruvate d'éthyle sur l'aniline : je me suis en outre assuré pour le corps correspondant au corps A qu'il se formait de la diphénylurée sous l'action de la chaleur.

II. Outre le corps A dont il vient d'être question, j'ai pu isoler dans la même réaction une autre substance plus soluble dans les solvants et fusible à 142°. D'après les données analytiques et des mesures cryoscopiques en solution acétique, cette substance aurait la composition $C^{24}H^{30}N^2O^4$ et pourrait être considérée comme un produit de polymérisation du toluylpyruvate d'éthyle :

$$\begin{array}{l} CH^3 - C - CO^2C^2H^5 \\ \qquad\;\; \vert \\ \qquad\;\; N - C^7H^7 \end{array} \longrightarrow \begin{array}{l} \qquad\quad\; CO^2C^2H^5 \\ \qquad\quad\;\; \vert \\ CH^3 - C - CH^2 - C - CO^2C^2H^5. \\ \qquad\quad\;\; \vert \qquad\qquad\; \vert \\ \qquad\; NH - C^7H^7 \;\; N - C^7H^7 \end{array}$$

Cette substance est-elle, comme on est amené à se le demander, intermédiaire entre les constituants et la substance A précédemment étudiée ? Jus-

qu'ici je ne puis l'affirmer. L'action prolongée des acides concentrés ne m'a point conduit à la substance B espérée. La potasse aqueuse est sans action; quant à la potasse alcoolique, elle conduit à un acide isomère de l'acide 2.6-diméthylquinoléinecarbonique (*loc. cit.*) se décomposant comme lui à 265°, mais s'en distinguant par ses rapports de solubilité; selon toute vraisemblance ce doit être l'acide 4.6-diméthylquinoléinecarbonique encore inconnu :

CH^3
$C^7H^7 - NH\,C - CO^2C^2H^5$
CH^3 $C - CO^2C^2H^5$
N
→
CH^3
CH^3 $CO^2H.$
N

Le passage de cette substance de transition aux dérivés cétopyrrolidoniques d'une part et aux dérivés quinoléiques d'autre part, rapproché de mes conclusions précédentes sur la formation des cycles azotés, serait extrêmement important à préciser d'une manière définitive.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la spartéine. Passage de l'isospartéine à l'α-méthylspartéine.* Note de M. **Amand Valeur**, présentée par M. A. Haller.

Si l'on chauffe à l'ébullition une solution d'α-méthylspartéine dans l'acide sulfurique étendu, jusqu'à ce que le pouvoir réducteur, vis-à-vis du permanganate de potassium, soit devenu très faible ou nul, et que l'on ajoute à cette liqueur de l'iodure de baryum, on obtient l'iodhydrate d'iodométhylate d'isospartéine $C^{15}H^{26}N^2.CH^3I.HI$. MM. Ch. Moureu et A. Valeur, qui ont fait connaître cette réaction (*Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 1184), ont émis l'hypothèse que le sulfate d'α-méthylspartéine s'isomérisait, dans ces conditions, en sulfométhylate d'isospartéine.

J'apporte à cette hypothèse une vérification expérimentale.

J'ai pu, en effet, isoler le *sulfométhylate d'isospartéine*. Ce sel s'obtient très facilement par évaporation, dans le vide, de la solution sulfurique d'α-méthylspartéine isomérisée par l'action de la chaleur. Il forme des cristaux volumineux de composition $C^{15}H^{26}N^2(CH^3)(SO^4H) + 9H^2O$ possédant en solution aqueuse à 10 pour 100 un pouvoir rotatoire de $[\alpha]_D = -13°,65$.

Le sulfométhylate d'isospartéine présente une réaction neutre; il fait la double décomposition avec les chlorure, bromure et iodure de baryum, en donnant respecti-

vement le *chlorhydrate de chlorométhylate d'isospartéine* $C^{15}H^{26}N^2(CH^3Cl)(HCl)$, le *bromhydrate de bromométhylate d'isospartéine* $C^{15}H^{26}N^2(CH^3Br)(HBr)$ et l'*iodhydrate d'iodométhylate d'isospartéine* $C^{15}H^{26}N^2(CH^3I)(HI) + H^2O$ déjà décrit par MM. Ch. Moureu et A. Valeur (*loc. cit.*). Il en résulte que le sulfométhylate possède la formule

$$CH^3 - \underset{SO^4}{N} - C^{15}H^{26}NH.$$

Si l'on traite le sulfométhylate d'isospartéine par la soude à froid, puis par l'iodure de potassium, on obtient l'iodométhylate d'isospartéine. Il semblerait que, dans cette réaction, le sulfométhylate d'isospartéine se soit transformé en sel de sodium, sur lequel agirait l'iodure de potassium

$$CH^3 - \underset{SO^4}{N}C^{15}H^{26}NH \rightarrow \begin{matrix} CH^3 \\ SO^4Na \end{matrix} NC^{15}H^{26}N \rightarrow \begin{matrix} CH^3 \\ I \end{matrix} NC^{15}H^{26}N.$$

Il n'en est rien; la soude, la potasse et la baryte décomposent, en réalité, le sulfométhylate, avec formation d'*hydrate de méthylisospartéïnium* et du sulfate métallique correspondant. Le phénomène est particulièrement net avec la baryte, qui précipite directement, à froid, du sulfate de baryum

$$CH^3 - \underset{SO^4}{N}C^{15}H^{26}N - H + Ba(OH)^2 = SO^4Ba + \begin{matrix} CH^3 \\ HO \end{matrix} NC^{15}H^{26}N + H^2O.$$

La solution d'hydrate d'ammonium quaternaire ainsi obtenue précipite directement, par addition d'iodure de potassium, en donnant l'iodométhylate d'isospartéine :

$$\begin{matrix} CH^3 \\ HO \end{matrix} NC^{15}H^{26}N + KI = KOH + \begin{matrix} CH^3 \\ I \end{matrix} C^{15}H^{26}N.$$

Il était intéressant de soumettre à l'action de la chaleur cet hydrate de méthylisospartéïnium. La décomposition s'effectue très aisément, dans le vide au-dessous de 100°, et fournit avec *un rendement quantitatif* l'α-méthylspartéine.

Si nous traduisons ce résultat, au moyen des formules de constitution proposées par MM. Ch. Moureu et A. Valeur (*Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 79), pour l'α-méthylspartéine et l'isospartéine, nous voyons que la chaîne fermée pyrrolidique, formée par cyclisation de l'α-méthylspartéine, s'est ouverte, pour régénérer cette dernière base :

$$\begin{array}{ccccc} & CH & & & \\ & | \diagdown & & & \\ CH^2 & | & CH - C^8H^{14}N & & \\ | & CH - & CH^2 & & \\ CH^2 & | & CH^2 & & \\ \diagdown & | & & & \\ & N \begin{matrix} CH^3 \\ OH \end{matrix} & & & \end{array} = H^2O + \begin{array}{ccc} & CH & \\ \diagup & | \diagdown & \\ CH^2 & | & CH - C^8H^{14}N \\ | & CH = & CH^2 \\ CH^2 & & CH^2 \\ \diagdown & & \\ & N - CH^3 & \end{array}$$

Hydrate de méthylisospartéïnium. α-méthylspartéine.

Ce fait présente un certain intérêt théorique, en ce qu'il apporte une nouvelle preuve de la présence d'une chaîne pipéridique dans la molécule de la spartéine.

L'analogie entre la spartéine et la N-méthylpipéridine est désormais complète. La N-méthylpipéridine, soumise à la réaction d'Hofmann, se transforme en effet en une base non saturée, la N-diméthylpipéridine, dont le chlorhydrate se cyclise en chlorométhylate de diméthylpyrrolidine; et l'hydrate d'ammonium correspondant à ce dernier sel se décompose, à son tour, en régénérant la N-diméthylpipéridine dont il dérive. De même, la spartéine conduit successivement par des réactions du même ordre à l'α-méthylspartéine et, de là, à l'iodométhylate d'isospartéine, à partir duquel on revient par la méthode d'Hofmann à l'α-méthylspartéine.

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur quelques sulfates acides de potassium.* Note de M. L. Arzalier, présentée par M. A. Haller.

Reprenant les expériences faites isolément par Jacquelain ([1]), Marignac ([2]), Schultz ([3]), Berthelot ([4]) et Lescœur ([5]), je me suis proposé de déterminer les conditions de formation des différents sulfates acides de potassium qu'ils ont décrits.

I. *Action de l'acide sulfurique sur le sulfate de potassium en solution aqueuse.* — Contrairement aux observations de Marignac, je n'ai pas constaté la formation de cristaux de sulfate neutre de potassium en évaporant une solution aqueuse étendue de sulfate de potassium et d'acide sulfurique pris à molécules égales. J'ai obtenu immédiatement des cristaux rhomboédriques d'un sulfate acide de formule

$$3SO^4K^2, SO^4H^2 \quad \text{(Marignac)}.$$

En poussant la concentration des eaux mères plus loin, il se dépose deux sortes de sels : sur le fond de la capsule des tables hexagonales qui sont une variété cristallographique du corps précédent, déjà décrites par Marignac, et sur les parois, des cristaux ayant l'aspect de prismes rectangulaires de composition $7SO^4K^2, 6SO^4H^2, H^2O$.

Une nouvelle évaporation donne naissance à des cristaux de formule

$$4SO^4K^2, 3SO^4H^2, H^2O$$

([1]) Jacquelain, *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. LXX, 1839, p. 311.

([2]) Marignac, *Ann. Min.*, 5e série, t. IX, 1856, p. 6.

([3]) Schultz, *Ann. Ph. Chem. Pogg.*, t. CXXXIII, 1868, p. 137.

([4]) Berthelot, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 4e série, t. XXX, 1873, p. 442.

([5]) Lescœur, *Comptes rendus*, t. LXXVIII, 1874, p. 1044.

qui ne diffèrent du corps décrit par Berthelot que par 1^{mol} d'eau en plus. Ces cristaux se forment jusqu'à ce que les eaux mères aient atteint une composition représentée sensiblement par la formule $SO^4K^2, 3SO^4H^2, 50H^2O$, à la température de 19°; à ce moment il se dépose des cristaux de SO^4K^2, SO^4H^2.

En partant d'une solution contenant un excès d'acide sulfurique on n'obtient pas le composé $3SO^4K^2, SO^4H^2$, mais immédiatement des cristaux de $7SO^4K^2, 6SO^4H^2, H^2O$, puis de $4SO^4K^2, 3SO^4H^2, H^2O$ et enfin de SO^4K^2, SO^4H^2.

Ce dernier corps se forme lorsque les eaux mères ont la composition déjà indiquée.

II. *Action de l'acide sulfurique concentré sur le sulfate neutre de potassium.* — Le procédé de préparation donné par Schultz ne permet pas d'obtenir le corps $SO^4K^2, 3SO^4H^2$ à l'état pur, car la masse qui se forme par refroidissement est très dure et ne peut être essorée. J'ai préparé ce corps par déshydratation à 150° dans un courant d'un gaz inerte sec du sel $SO^4K^2, 3SO^4H^2, 3H^2O$ obtenu sous forme de cristaux prismatiques en abandonnant au repos, pendant plusieurs jours, la dissolution de 1^{mol} de sulfate neutre dans 6^{mol} d'acide sulfurique pur du commerce à 98 pour 100 d'acide vrai.

En employant 6^{mol} d'acide sulfurique vrai, il se forme des lamelles nacrées de formule $SO^4K^2, 3SO^4H^2, H^2O$.

III. *Étude thermique des composés obtenus.* — *a. Chaleurs de dissolution.* — Les mesures calorimétriques ont été faites à 19°.

	Cal
$SO^4K^2, \frac{1}{3}SO^4H^2$	$-$ 8,559
$SO^4K^2, \frac{3}{4}SO^4H^2$ [1]	$-$ 5,718
SO^4K^2, SO^4H^2	$-$ 7,28
$SO^4K^2, 3SO^4H^2$	$+$21,455
$4SO^4K^2, 3SO^4H^2, H^2O$	$-$ 28,255
$SO^4K^2, 3SO^4H^2, H^2O$	$+$15,945
$SO^4K^2, 3SO^4H^2, 3H^2O$	$+$ 5,195

b. Chaleurs d'hydratation (déduites des nombres précédents) :

$4SO^4K^2, 3SO^4H^2$ sol. $+ H^2O$ sol.	$+$ 5,383
$SO^4K^2, 3SO^4H^2$ sol. $+ 3H^2O$ sol.	$+$16,26
$SO^4K^2, 3SO^4H^2$ sol. $+ H^2O$ sol.	$+$ 5,510

Ces résultats montrent que l'hydrate $SO^4K^2, 3SO^4H^2, H^2O$ n'est pas un composé défini; le nombre obtenu pour la fixation de la molécule d'eau étant sensiblement égal au $\frac{1}{3}$ de celui qui correspond à la fixation de 3^{mol} d'eau dans $SO^4K^2, 3SO^4H^2, 3H^2O$ et devant lui être supérieur.

D'après la relation $\frac{Q}{T} = 30$ [2], l'hydrate $4SO^4K^2, 3SO^4H^2, H^2O$ doit perdre son eau

(1) Obtenu par déshydratation à 160° de $4SO^4K^2, 3SO^4H^2, H^2O$ dans un courant d'un gaz inerte.

(2) De Forcrand, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 768.

à 228° et l'hydrate $SO^4K^2, 3SO^4H^2, 3H^2O$ à la température de 229°. Expérimentalement, Lescœur avait trouvé 235° pour ce dernier composé.

c. Chaleurs de neutralisation [action de *n* molécules d'acide sulfurique dissoutes ($1^{mol} = 4^l$) sur 1^{mol} de SO^4K^2 dissoute dans 8^l] :

SO^4K^2 dissous + $\frac{1}{3}SO^4H^2$ dissous	−0,6704
$SO^4K^2 + \frac{3}{4}SO^4H^2$	−1,118
$SO^4K^2 + SO^4H^2$	−1,2424
$SO^4K^2 + 3SO^4H^2$	−1,727

d. Chaleurs de fixation de n molécules d'acide sulfurique pris à l'état solide sur 1^{mol} *de sulfate de potassium* (déduites des nombres précédents) :

		Rapporté à 1^{mol} de SO^4H^2 solide.
$SO^4K^2 + \frac{1}{3}SO^4H^2$ sol.....	+7,2672	+21,801
$SO^4K^2 + \frac{3}{4}SO^4H^2$ sol.....	+11,062	+14,75
$SO^4K^2 + SO^4H^2$ sol......	+16,69	+16,69
$SO^4K^2 + 3SO^4H^2$ sol.....	+21,53	+7,18

Conclusions. — L'existence du composé $SO^4K^2, \frac{3}{4}SO^4H^2$ n'est pas prouvée thermiquement; la quantité de chaleur dégagée par la fixation de $\frac{3}{4}SO^4H^2$ sur SO^4K^2 devrait être en effet supérieure aux $\frac{3}{4}$ de la quantité de chaleur dégagée par la fixation d'une molécule d'acide sulfurique; elle lui est un peu inférieure.

Ce composé ne se forme qu'à l'état hydraté en présence de l'eau, et cela grâce à la chaleur d'hydratation (+ 5,383).

Il paraît impossible *a priori* qu'un composé plus acide que $SO^4K^2, 3SO^4H^2$ puisse exister, car les molécules d'acide sulfurique qui viendraient se surajouter devaient dégager moins de $2^{Cal}, 42$, nombre qui représente la chaleur de fixation d'une molécule d'acide sulfurique sur le sulfate acide SO^4K^2, SO^4H^2. Le corps obtenu dans ces conditions serait très instable.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Pression osmotique et mouvement brownien.* Note de M. **Jacques Duclaux**, présentée par M. E. Roux.

L'existence d'une pression osmotique dans les suspensions très fines, ou dans les solutions colloïdales, a été démontrée expérimentalement : on a cherché à en établir la théorie, en s'appuyant sur des considérations d'ordre très différent.

Les premières, exclusivement cinétiques (Ramsay, Einstein, Smolu-

chowski, Langevin), déduisent la grandeur de cette pression osmotique d'un facteur unique, la dimension des particules. Toutes les particules de même diamètre exercent la même pression et ont le même mouvement brownien dans des milieux de même viscosité. Si l'on calcule, dans cette hypothèse, le chemin moyen parcouru par une particule pendant un certain temps, on obtient des nombres qui sont du même ordre de grandeur que les nombres expérimentaux, tout en restant systématiquement plus faibles (Svedberg, V. Henri); ainsi, l'accord avec l'expérience n'est pas absolument satisfaisant de ce côté.

Dans une direction différente, les recherches très originales et très intéressantes de M. Perrin ont conduit à une concordance presque absolue entre l'expérience et l'hypothèse cinétique, et semblent trancher le débat d'une manière définitive. Mais la description, nécessairement très courte ([1]), qui a été donnée de ces recherches, laisse place à quelques objections qui infirment en partie la conclusion de M. Perrin.

Les premières sont d'ordre expérimental. La gomme-gutte qu'emploie M. Perrin n'est pas insoluble et, dans l'émulsion qu'il prépare, une partie de la substance est à l'état de solution réelle, ainsi qu'on peut s'en convaincre aisément par une filtration sur collodion : en opérant avec une émulsion de concentration voisine de celle qu'emploie M. Perrin (0,52 pour 100 au lieu de 0,57), j'ai trouvé que la proportion de substance réellement dissoute était de 23 pour 100. La densité trouvée pour les particules est, par suite, trop forte : une solution concentrée sur collodion m'a donné, dans deux expériences concordantes, le chiffre 1,24 au lieu de 1,35, nombre de M. Perrin ([2]). Le calcul refait avec cette nouvelle donnée conduit au nombre final 430 au lieu de 360 (théoriquement 343).

En raison de cette solubilité, il n'est pas sûr que les particules conservent leur dimension ni leur densité quand on dilue l'émulsion de beaucoup d'eau : il faudrait donc faire toutes les mesures sur l'échantillon le plus étendu, ce qui semble bien difficile. L'égalité de ces particules n'est pas démontrée avec une précision suffisante par la simple observation ultramicroscopique : enfin, le procédé employé pour obtenir leur masse, comportant l'observation de la chute libre et l'application de la formule de Stokes, semble bien hasardeux : la numération directe serait préférable, et il y a aucune difficulté à l'effectuer par un procédé que j'ai étudié en collaboration avec M. Russenberger, et qui consiste à diluer une goutte de l'émulsion dans la gélatine à 8 ou 10 pour 100, filtrée à chaud sur collodion, qui arrête le mouvement brownien et permet d'observer et de dénombrer les particules avec exactitude.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 967.

([2]) Il est vrai que les échantillons de gomme étaient différents, mais un aussi grand écart est peu vraisemblable.

Au point de vue théorique aussi, il y aurait des observations à faire : le mode de calcul paraît un peu simple et, par exemple, il fait intervenir la dérivée $\frac{dn}{dh}$ de la concentration exprimée en fonction de la hauteur : il ne semble pas qu'on puisse, sans autre explication, traiter cette concentration comme une fonction définie et continue en chaque point, surtout alors que la position de chaque particule est réglée par des lois de probabilité : il est à craindre que la simplicité du raisonnement ne nuise à sa justesse.

Il y a donc encore des réserves à faire en ce qui concerne la concordance presque absolue trouvée par M. Perrin. Mais, même si des expériences plus précises ou une théorie plus complète doivent la détruire, il semble bien que ce ne sera qu'en partie, au moins dans le cas des grosses particules comme celles de la gomme gutte : et, autant qu'on en peut juger, la théorie cinétique donnera encore ici l'ordre de grandeur des phénomènes, sans en fournir la mesure exacte.

L'étude des colloïdes véritables, et non plus des suspensions, conduit à envisager la question d'une manière toute différente. L'énergie cinétique des particules ne serait plus la seule grandeur à considérer dans le calcul de la pression osmotique, mais il faudrait aussi, et peut-être *surtout*, tenir compte de leur charge électrostatique. Cette théorie rend compte, beaucoup mieux que l'autre, des propriétés des colloïdes (Zsigmondy, J. Duclaux); en particulier, du phénomène de la coagulation qui est, dans la théorie cinétique, presque inconcevable; car on ne peut s'expliquer comment des particules qui s'entre-choquent et se repoussent dans un hydrosol peuvent être amenées au contraire à s'attirer par la simple addition d'un sel, dont l'unique effet est de changer leur état d'ionisation ou, si l'on veut, leur charge électrostatique, sans modifier sensiblement leur grosseur. Il semble nécessaire que cette charge intervienne dans le phénomène pour une part importante, et nous pouvons chercher à nous en rendre compte de la façon suivante.

Une hypothèse simple consistera à admettre que la pression osmotique d'une solution colloïdale est la même que celle d'une solution ordinaire renfermant les mêmes charges électriques libres à l'état d'ions. Cela revient à admettre qu'un ion exercera la même pression osmotique, qu'il soit libre ou bien fasse partie de la couche *extérieure* d'une micelle (celle-ci étant formée d'un granule et d'un revêtement extérieur d'ions).

On peut connaître cette charge électrique par la conductibilité propre des micelles, mesurée approximativement comme la différence entre la conductibilité du liquide total et celle de l'intermicellaire extrait par une filtration

sur collodion; ce mode de mesure ne prête à aucune objection grave lorsque le liquide intermicellaire est suffisamment pauvre en électrolytes. Connaissant de plus la vitesse du transport électrique des granules, on a tous les éléments pour déterminer leur charge, le nombre d'ions extérieurs de la micelle et la pression osmotique qu'exerceraient ces ions s'ils étaient libres. Voici la comparaison entre les nombres ainsi calculés et les nombres observés, pour plusieurs solutions d'hydrate ferrique de préparation et de propriétés différentes :

Pressions observées......	117	130	83	110	46	74	81	104	9	23
» calculées......	170	159	113	163	51	106	194	170	19	40
Rapport	1.45	1.22	1.36	1,48	1.10	1,43	2.40	1,64	2,10	1,74

Ce mode de calcul donne donc, tout aussi bien que la théorie cinétique, l'ordre de grandeur du phénomène, et il présente sur elle cet avantage que les expériences ont porté sur de véritables colloïdes et non sur des suspensions dont les propriétés, en dépit de quelques analogies, ne sont pas les mêmes.

Il n'y a d'ailleurs pas incompatibilité entre les deux modes de raisonnement, et la théorie cinétique, *si elle est correctement traitée*, aboutit exactement à l'autre, comme j'espère pouvoir le montrer bientôt. L'écart apparent provient de ce que, sous sa forme actuelle, elle traite un problème qui ne correspond à rien de réel. Elle considère les particules comme flottant dans un liquide sans en altérer l'homogénéité. Elle néglige l'existence de la couche double plus ou moins continue qui entoure ces particules, et la pression osmotique qu'exercent les ions extérieurs de cette couche double. Or il semble bien qu'il faille en tenir compte, au moins quand les particules ne sont pas trop éloignées les unes des autres, et l'on retombe alors sur la théorie électrostatique exposée plus haut.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Analyse physico-chimique des vins.* Note de MM. **Paul Dutoit** et **Marcel Duboux**, présentée par M. L. Maquenne.

Nous nous proposons de préciser la définition de l'acidité des vins et d'établir qu'une seule opération, la neutralisation suivie par des mesures de conductivité électrique, permet de déterminer simultanément les sulfates, l'acidité totale et les matières tannantes.

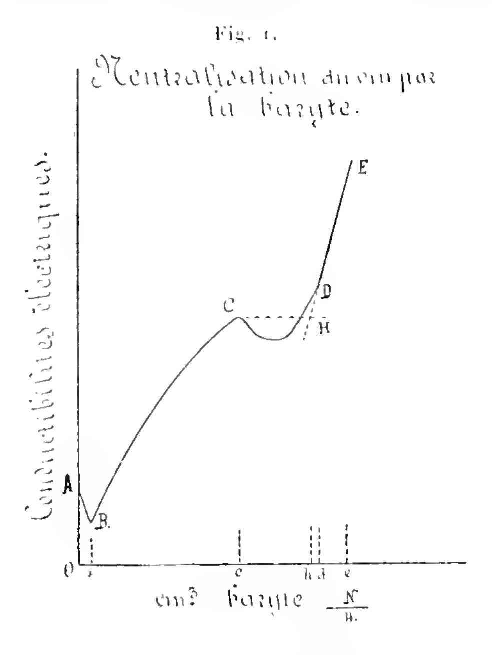
On ajoute au vin, par petites portions, une solution concentrée d'alcali et l'on note

la conductivité du mélange après chaque addition. Les valeurs, portées sur un graphique, donnent une courbe caractéristique pour chaque vin et chaque alcali que nous appellerons *courbe de neutralisation*.

Lorsqu'on opère avec la baryte, alcali qui conduit aux résultats les plus intéressants, la courbe a toujours l'allure représentée dans la figure 1. La partie AB, le long de laquelle la conductivité diminue rapidement, correspond à la précipitation des sulfates du vin; l'abscisse O*b* représente la quantité exacte d'alcali nécessaire à leur précipitation complète.

Le long de BC la neutralisation se poursuit sans qu'il y ait formation de composés insolubles. Au point C, la conductivité diminue brusquement en même temps qu'il se produit un précipité floconneux, contenant une forte proportion de baryte, mais sans composition chimique définie. Ce précipité présente tous les caractères d'un gel, il résulte de la floculation des substances qui sont en solution colloïdale négative dans le vin. Au point D, l'absorption de la baryte par le gel est terminée, la conductivité augmente alors proportionnellement à la quantité d'alcali ajoutée; DE est une droite. Nous avons établi, par des expériences directes, que la longueur CH, obtenue en menant depuis C une parallèle à l'axe des x qui rencontre la droite DE en H, est sensiblement proportionnelle à la quantité des matières tannantes contenues dans le vin.

Fig. 1.



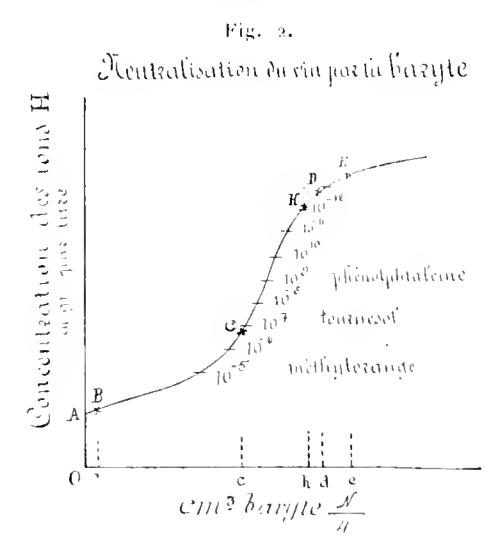
Le point C présente cette particularité de correspondre à une concentration d'ions hydrogène très voisine de 10^{-7} gramme par litre, c'est-à-dire à celle des solutions neutres. Cela résulte de l'examen de la courbe des concentrations des ions H pendant la neutralisation (*fig.* 2), telle qu'on l'obtient en déterminant les différences de potentiel à une électrode saturée d'hydrogène et plongeant dans le vin.

L'ordonnée du point C est bien voisine de 10^{-7}. A cette concentration virent

quelques indicateurs (tournesol, alizarine, cyanine), dont le tournesol est seul utilisé couramment. La quantité d'alcali *Oc* (*fig.* 1), déterminée par la méthode des conductivités, doit donc correspondre exactement à la quantité nécessaire pour faire virer le tournesol; c'est en effet ce qui a lieu.

Les indicateurs qui, comme le méthylorange, virent à la concentration 10^{-4} ou, comme la phénolphtaléine, à 10^{-8} conduisent à des valeurs de l'acidité totale d'un vin trop faibles ou trop fortes. Cela aussi ressort clairement de l'examen du graphique.

Fig. 2.



La détermination simultanée des sulfates, de l'acidité totale et des matières tannantes est une opération qu'on peut aisément effectuer en moins d'une heure. Le Tableau suivant contient quelques résultats d'analyse, donnés à titre d'exemple :

Nature du vin.	Sulfates en grammes de K^2SO^4. Gravimétrie.	Sulfates en grammes de K^2SO^4. Conductivités.	Acidité en grammes d'acide tartrique. Tournesol.	Acidité en grammes d'acide tartrique. Conductivités.	Matières tannantes en grammes. Conductivités.
Lavaux, blanc, 1884...	g 0,48	g 0,49	g 5,75	g 5,77	g 4,4
» » 1898...	0,63	0,62	4,8	4,55	3,2
» » 1906...	0,61	0,60	5,25	5,18	2,6
» rouge, 1900...	»	0,33	5,85	5,77	5,8
» » 1906...	0,53	0,51	5,77	5,63	4,5
Dôle, 1893	0,43	0,42	6,83	6,94	3,2
Vin plâtré............	2,48	2,46	»	»	»

Le dosage des sulfates est plus sensible et aussi exact que par la meil-

leure opération gravimétrique. Celui de l'acidité est beaucoup plus précis; il est indépendant de la couleur propre du vin et donne des résultats toujours comparables, tandis que les indicateurs conduisent à des résultats qui dépendent du mode d'opérer et de la nature de l'indicateur.

Quant au dosage des matières en solution colloïdale, il n'avait pas encore été effectué. Les méthodes chimiques usuelles ne décèlent qu'une partie de ces substances.

Nos expériences, qui portent actuellement sur une cinquantaine de vins blancs et rouges, montrent de façon certaine que la teneur en matières tannantes d'un vin naturel n'est jamais inférieure à $2^g,5$ par litre et peut dépasser 6^g, alors que les méthodes d'analyse usuelles indiquent moins de $0^g,5$ chez la plupart des vins blancs.

Les matières en solution colloïdale doivent jouer un rôle important dans la conservation des vins, en agissant peut-être comme mordant des ions H et en diminuant ainsi le goût acide.

BOTANIQUE. — *Le nucelle stigmatifère et la pollinisation chez le* Saxe-Gothea conspicua. Note de **M. A. Tison**, présentée par M. Guignard.

Vaucher, Delpino, Strasburger, Wordsdell, Schumann, Fujii, Seward et miss Ford ont signalé plusieurs procédés employés par l'ovule des Conifères pour retenir le pollen apporté par le vent.

1° Chez les Conifères à ovules dressés (j'ai pu personnellement constater qu'il en est de même chez le *Sciadopitys verticillata* et le *Sequoia sempervirens*), il y a production d'une gouttelette collectrice légèrement mucilagineuse qui, venant perler hors du micropyle, arrête le pollen, puis, par contraction ultérieure, l'entraîne jusque sur le sommet du nucelle.

2° Chez les Abiétinées, ce sont les lèvres du micropyle qui, d'abord largement ouvertes, retiennent le pollen sur leurs bords au moyen d'une faible sécrétion liquide, puis, en se resserrant, l'entraînent sur le nucelle.

3° Chez les *Araucaria*, le sommet du nucelle s'allonge en un bec légèrement proéminent hors du micropyle; et ce bec remplit à peu près les mêmes fonctions qu'un stigmate.

C'est cette dernière disposition que montre également le *Saxe-Gothea*, mais avec une caractérisation beaucoup plus grande que chez les *Araucaria*.

Les écailles strobilaires fertiles présentent à leur base, un peu au-dessus de leur aisselle, une dépression dans laquelle est logé leur unique ovule. Celui-ci, tout d'abord

dresse perpendiculairement à la surface de l'écaille, lorsque le cône est très jeune, *se renverse ensuite* de bonne heure vers l'axe du strobile. Au moment où il devient apte à recevoir le pollen, son renversement est complet et il est déjà couché sur l'écaille. Son organisation est alors la suivante :

Il n'est attaché à l'écaille ovalifère que par sa base, et celle-ci se trouve placée dans l'aisselle d'une lamelle plus courte que lui (tégument externe de certains auteurs, arille des autres), qui l'enveloppe intimement, mais partiellement.

Le nucelle, libre du tégument ovulaire presque jusqu'à sa base, s'allonge par son sommet et pénètre dans le micropyle qu'il obstrue complètement. Il le traverse de part en part, puis *s'avance à l'extérieur et s'y élargit au point d'y former un plateau qui débor le légèrement les bords du tégument* et dont la surface sécrétante est un peu bombée.

En somme, si l'on se supposait placé dans l'axe du cône, on verrait au sommet de l'ovule le plateau nucellaire, de couleur claire, ovale dans le sens transversal et recouvert d'une légère secrétion liquide ; puis, en arrière, la partie supérieure du tégument qui est vert foncé ; enfin, près de la base de l'ovule, une sorte de croissant large, bombé, de couleur claire, qui représente le tégument externe ou l'arille des auteurs.

Tel est l'état de l'ovule au moment où il est prêt pour la pollinisation. A cette même époque, les pièces appendiculaires du cône sont largement écartées les unes des autres au point de laisser apercevoir facilement les ovules et de permettre par suite le libre accès du pollen entre elles.

De même que chez les *Araucaria*, ce pollen, arrivant porté par le vent jusqu'au contact du stigmate nucellaire, y est retenu par le liquide sécrété. Le temps pendant lequel l'écartement des écailles permet ainsi au pollen d'accéder au stigmate est assez court, 8 jours environ. Passé ce délai, une hypertrophie des pièces appendiculaires se produit immédiatement en dessus des ovules et le cône se ferme.

Il y a lieu de remarquer que, contrairement à ce qu'on pourrait supposer, le stigmate nucellaire continue à s'accroître après la pollinisation, de telle sorte que, 2 mois après, le plateau primitif s'est transformé en un bouton fortement sphérique.

A deux reprises différentes, en 1906 et en 1908, j'ai pu constater que la maturité des organes mâles ne concordait pas exactement avec celle des organes femelles. Au moment où les étamines commençaient à s'ouvrir, les cônes femelles du même pied étaient déjà presque refermés. Je suppose donc que le *Saxe-Gothea* est dichogame. Cela expliquerait aussi pourquoi des coupes en séries faites dans une trentaine d'ovules provenant de trois cônes femelles développés sur le même pied, à côté d'un grand nombre de cônes mâles, ne m'ont montré qu'un seul grain de pollen sur l'un des stigmates.

Du reste, ce grain était en train d'y germer.

En résumé, le *Saxe-Gothea* offre la particularité d'avoir un nucelle allongé pour recueillir le pollen : en cela, il ressemble aux *Araucaria* dans la nature actuelle, aux Pteridospermées, aux Bennettitées et peut-être à certaines Cordaïtées parmi les plantes fossiles. Mais, chez lui, cette particularité est notablement plus caractérisée que chez aucune des plantes précédentes, puisque le bec nucellaire s'y élargit en un plateau visqueux. Le *Saxe-Gothea* est, en outre, probablement dichogame.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la concentration des solutions de quelques sucres sur la respiration.* Note [1] de MM. **A. Maige** et **G. Nicolas**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Cette question a fait jusqu'à présent l'objet de recherches peu nombreuses. Les travaux de Kosinski, Palladine et Mlle Komleff, Kostytschew, ont montré que les solutions de concentration faible de différentes substances organiques, notamment les sucres, augmentaient les intensités respiratoires normale et intramoléculaire; Puriewitsch et Lubimenko ont constaté qu'il en était de même pour le quotient respiratoire. Les variations brusques de concentration étudiées sur la respiration normale par Kosinski, Palladine et Mlle Komleff exercent aussi une influence : l'énergie respiratoire diminue si la concentration augmente, et s'accroît au contraire si la concentration devient moindre.

Nos recherches ont porté sur l'influence de la concentration de divers sucres : glucose, lévulose, saccharose, maltose, lactose, sur la respiration intramoléculaire.

Nos expériences sur la respiration normale ont été faites avec des germes de haricots privés de leurs cotylédons et développés à l'obscurité sur du buvard humide jusqu'à épuisement de leurs réserves, et avec des bourgeons étiolés de fève, sur lesquels nous avons uniquement expérimenté, pour nos recherches sur la respiration intramoléculaire. Les lots en expérience, aussi comparables que possible, étaient pesés, puis placés sur les solutions de diverses concentrations, où ils séjournaient pendant un temps qui variait entre 15 et 22 heures. Au bout de ce temps ils étaient retirés des solutions, pesés de nouveau, et leur respiration normale ou intramoléculaire était étudiée par la méthode de l'atmosphère confinée. Les variations de poids subies par les différents lots permettaient de se rendre compte des variations de turgescence qu'ils avaient

(1) Présentée dans la séance du 6 juillet 1908.

éprouvées à la suite de leur séjour sur les solutions. Nous avons limité notre étude, dans la série d'expériences auxquelles se rapporte cette Note, à l'influence des concentrations qui ne produisent aucune diminution de poids, c'est-à-dire pour lesquelles la turgescence des cellules n'a pu que croître ou rester constante. Il en résulte que, pour les bourgeons étiolés de fève, la concentration a varié de 0 à 10 pour 100 (0, 1, 5, 10) pour tous les sucres, et avec les embryons de haricot de 0 à 3 pour 100 (0, 1, 3) pour le glucose et le lévulose, et de 0 à 5 pour 100 (0, 1, 5) pour les autres sucres. D'autre part l'évaluation du pois sec a montré que la quantité de pois sec par gramme de pois frais primitif va en croissant avec la concentration ; on peut en conclure que l'absorption des sucres, ce qui ne veut pas dire leur assimilation, va en s'élevant à mesure que la teneur en sucre s'accroît à l'extérieur des cellules, et il est assez naturel de supposer que la concentration des sucres à l'intérieur des cellules suit la même progression.

L'intensité respiratoire a été évaluée par la quantité d'oxygène absorbé (respiration normale) ou d'anhydride carbonique (respiration intramoléculaire) dégagée par 1^g de pois frais primitif pendant 1 heure.

Voici les résultats obtenus :

a. Respiration normale.

L'intensité respiratoire va sans cesse en croissant avec la concentration pour tous les sucres, sauf pour le lactose où elle s'élève un peu de 0 à 1 pour 100 pour décroître ensuite légèrement. Le quotient respiratoire croît également progressivement avec la concentration, tout en restant inférieur à 1 ; la rapidité d'accroissement soit de l'énergie, soit du quotient respiratoire, varie dans une même plante avec le sucre considéré.

b. Respiration intramoléculaire.

L'énergie respiratoire croît progressivement avec la concentration ainsi que le rapport $\frac{I}{N}$. La rapidité de croissance varie naturellement avec les différents sucres utilisés.

En ce qui concerne les variations brusques de concentration (fève : 1 et 10 pour 100, haricot : 0,5 et 3 pour 100 pour le glucose et le lévulose, 1 et 5 pour 100 pour les autres sucres), nous avons obtenu les résultats suivants :

1. *Le transport sur une solution plus concentrée détermine une élévation de l'intensité respiratoire normale, du quotient respiratoire, de l'intensité respiratoire intramoléculaire et du rapport $\frac{I}{N}$.*

2. *Le transport sur une solution plus étendue augmente notablement l'in-*

tensité respiratoire normale, et le quotient respiratoire diminue, $\frac{1}{N}$, *et ne change pas sensiblement l'intensité respiratoire intramoléculaire qui augmente légèrement avec certains sucres* (lévulose, lactose) *et s'abaisse faiblement avec d'autres* (saccharose, glucose, maltose).

Les résultats précédents se comprennent facilement si l'on remarque que l'action des solutions de diverses concentrations sur la respiration des cellules comporte deux influences antagonistes (agissant soit par les modifications qu'elles provoquent dans la nutrition et la croissance des cellules, soit par tout autre mécanisme); ce sont : 1° l'accroissement de turgescence des cellules, qui est d'autant plus faible que la concentration est plus élevée; 2° la pénétration des sucres dans les cellules, qui est, au contraire, d'autant plus active que la concentration est plus forte. Ces deux facteurs, comme le montrent nos expériences, exercent une action favorable sur les intensités respiratoires normale et intramoléculaire et sur le quotient respiratoire, mais *leur action varie en sens inverse* lorsque la concentration augmente. En général, l'influence favorable de la concentration prédomine et se traduit, lorsque croît celle-ci, par une élévation des intensités respiratoires normale et intramoléculaire et du quotient $\frac{CO^2}{O}$; mais, pour l'énergie de la respiration normale sur les solutions de lactose, il n'en est pas ainsi et c'est, au contraire, l'influence de la turgescence qui l'emporte aux concentrations supérieures à 1 pour 100, où l'on observe une faible diminution dans l'absorption de l'oxygène. Cette explication de l'influence des solutions de lactose sur l'énergie respiratoire normale est confirmée par les expériences de variation brusque de concentration que nous avons effectuées avec ce sucre.

En transportant sur une solution à 10 pour 100 des bourgeons de fève qui avaient séjourné sur une solution de lactose à 1 pour 100 nous avons constaté, par la pesée, qu'au bout d'une heure il ne s'était produit aucune diminution de turgescence et que l'intensité respiratoire avait augmenté notablement par suite de la pénétration plus active du lactose dans les cellules.

Les expériences de transport des solutions concentrées sur les solutions étendues montrent que les variations de turgescence ont une influence beaucoup plus faible sur la respiration intramoléculaire que sur la respiration normale; on comprend par suite aisément que pour certains sucres l'augmentation de turgescence qui résulte du transport sur des solutions plus étendues ne puisse compenser l'action contraire que tend à produire la dilu-

tion plus grande du sucre à l'intérieur de la cellule dans celle-ci, ainsi que l'amoindrissement de la pénétration du sucre qui survient à la suite du changement de concentration.

BOTANIQUE. — *Sur la greffe de quelques variétés de Haricots.* Note (¹) de M. **Lucien Daniel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Il y a quelques années, j'ai étudié avec M. V. Thomas les changements provoqués par la greffe dans la nutrition des Haricots de Soissons à rames et des Haricots noirs de Belgique (²). Pour cela nous avons analysé les résidus de ces plantes élevées en solutions de Knop, au bout d'un même temps de végétation pour les francs de pied et les greffes et nous avons constaté des différences sensibles entre l'absorption de la plante à l'état de symbiose et celle de la plante autonome (³).

Ces expériences avaient révélé une particularité intéressante. Les deux races de Haricots étudiées s'étaient chlorosées par suite de la concentration assez élevée de la solution, mais elles l'avaient fait d'une façon inégale. Le noir de Belgique s'était montré beaucoup plus sensible à cette affection.

J'ai repris cette année l'étude comparée de ces Haricots greffés et francs de pied, mais en me servant d'une solution de Knop moins concentrée. Les résultats ont été particulièrement nets et démonstratifs.

Le Haricot de Soissons ne s'est pas chlorosé d'une façon sensible; il a atteint sa taille normale, il est de coloration bien verte et aujourd'hui en fleurs. Le noir de Belgique s'est chlorosé de bonne heure; ses feuilles, décolorées et recroquevillées, sont tombées en grande partie; quelques pousses latérales ont apparu avec des bourgeons à fleurs qui ont avorté; les feuilles nouvelles sont chlorotiques et la plante dépérit. Les témoins élevés dans la mousse humide ne se chlorosent pas.

J'ai greffé, toutes conditions égales d'ailleurs avec les témoins, le Haricot noir de Belgique sur le Haricot de Soissons et inversement; j'ai observé

(¹) Présentée dans la séance du 6 juillet 1908.

(²) L. Daniel et V. Thomas, *Sur l'utilisation des principes minéraux par les plantes greffés* (*Comptes rendus*, 1902).

(³) A l'aide d'une autre méthode, M. Ch. Laurent a obtenu des résultats analogues dans diverses plantes greffées, ce qui montre que, dans les cas étudiés, les chimismes quantitatif et qualitatif subissent des variations tant dans le sujet que dans le greffon. (Ch. Laurent, *Étude sur les modifications chimiques que peut amener la greffe dans la constitution des plantes*, 1908.)

des changements prononcés sur ces plantes. Les noirs de Belgique greffés sur Soissons sont devenus d'un beau vert et bien vigoureux, quand au contraire les Soissons greffés sur noirs de Belgique se sont tous chlorosés à des degrés divers. En outre, ces Soissons greffés sont restés de taille plus petite que les témoins ; leurs feuilles sont moins développées ; leur floraison est retardée. Voulant conserver par la photographie les différences d'aspect des feuilles, j'ai détaché au même moment des feuilles des témoins et des greffés. Les feuilles du Soissons greffé se sont fanées beaucoup plus rapidement que celles des témoins.

A ces différences dans les greffons et les témoins correspondent des valeurs différentes du racinage des sujets. En outre, on observe d'importantes variations de structure. Les cellules du parenchyme du limbe sont bien vivantes et riches en chlorophylle dans le Soissons franc de pied ; elles sont mortes, ou mourantes, ou affaiblies dans le Soissons greffé et pauvres en chlorophylle. Le système conducteur libéroligneux n'offre pas le même développement dans les nervures ou le pétiole de leurs feuilles.

Enfin, à ces changements s'ajoute une variation marquée dans la résistance des Haricots aux pucerons. Ces insectes ont envahi à un certain moment mes cultures et j'ai dû les écraser à la main, à plusieurs reprises. Les francs de pied élevés dans la mousse humide et les Soissons francs de pied des solutions nutritives n'ont pas été attaqués d'une façon sensible. Au contraire, tous les greffés l'ont été plus ou moins, et ce sont les Soissons greffés sur noirs de Belgique qui ont été envahis de la façon la plus prononcée.

De ces expériences on peut conclure que la chlorose a été provoquée par une absorption de certaines substances minérales contenues dans la solution nutritive employée, puisque les témoins élevés dans la mousse humide restent bien verts. Vis-à-vis de ces substances, les deux races de Haricots ne se comportent pas de la même façon et manifestent une capacité d'absorption propre, telle que le noir de Belgique se chlorose quand le Soissons reste sain.

Au point de vue spécial de la chlorose ainsi produite, la greffe de ces deux races de Haricots de capacité spécifique différente comme absorption détermine une influence très nette du sujet sur le greffon. C'est ainsi que le Soissons sujet atténue considérablement ou supprime la chlorose du noir de Belgique greffon et que, dans la greffe inverse, le noir de Belgique sujet détermine chez le Soissons greffon une chlorose plus ou moins prononcée.

La seule différence qui existe entre chaque greffon et le témoin franc de pied consiste dans le changement d'appareil absorbant, puisque toutes les conditions sont égales d'ailleurs. Cet appareil conserve donc, après la

greffe, plus ou moins son caractère spécifique d'absorption; la sève brute qu'il transmet au greffon diffère de celle que celui-ci puiserait à l'aide de ses propres racines. Ainsi se comprend l'influence si nette du sujet sur le greffon constatée dans les greffes réciproques que je viens d'étudier.

Ces modifications ne peuvent s'expliquer avec l'hypothèse de la conservation du chimisme propre et de l'autonomie des plantes greffées.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Le mécanisme du partage des produits odorants chez la plante.* Note de MM. **Eug. Charabot** et **G. Laloue**, présentée par M. Haller.

Les recherches antérieures, dont nous avons eu l'honneur de soumettre les résultats à l'Académie, ont établi que des causes différentes, indépendantes, et souvent d'effets opposés, sont susceptibles de présider au partage des produits odorants entre les divers organes de la plante et de favoriser leur accumulation en tel ou tel point du végétal.

En particulier, les phénomènes de circulation et ceux qui président aux transformations chimiques modifiant la composition des huiles essentielles ajoutent leurs effets, lorsque les substances qui se forment principalement dans l'inflorescence sont des constituants relativement solubles et, par conséquent, particulièrement aptes à se rendre dans cet organe.

Si, au contraire, les transformations de l'huile essentielle qui s'opèrent dans l'inflorescence donnent naissance à des constituants relativement peu solubles, les effets de la circulation sur la composition des essences des divers organes seront inverses de ceux que produiront les métamorphoses chimiques, puisque ce sont surtout les principes solubles qui se déplacent de la feuille vers la fleur. Quel est alors de ces deux phénomènes à effets inverses celui qui prédominera?

Nous avons montré, en étudiant la formation et la circulation des produits odorants chez l'absinthe (*Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 152 et 435), que la thuyone est au nombre des constituants les moins solubles, et c'est principalement pour cette raison que, malgré la tendance que possède le thuyol à se convertir en thuyone dans l'inflorescence, par voie d'oxydation, nous avons constaté que l'essence de feuilles était plus riche que l'essence d'inflorescence en principe cétonique.

Le phénomène de répartition des corps d'après leur solubilité relative masque-t-il toujours entièrement, par sa prééminence, l'influence qu'exer-

cent sur cette répartition les modifications chimiques que subit la matière? Le cas particulier que nous allons examiner montrera qu'il n'en est rien.

Nous avons distillé un lot de 200^{kg} de menthe poivrée et recueilli 200^{l} d'eau dont nous avons extrait l'essence au moyen de l'éther de pétrole. Nous avons analysé séparément, d'une part l'huile essentielle non dissoute et séparée par décantation, d'autre part l'essence extraite des eaux. La première est plus riche en éther, moins riche en menthol libre et en menthol total, plus riche en menthone que la seconde. En d'autres termes, les principes relativement peu solubles sont les éthers et la menthone, tandis que le menthol est particulièrement soluble.

Or l'essence d'inflorescences est plus riche que l'essence de feuilles en menthone, et c'est malgré une circulation de menthol, principe soluble, de la feuille vers l'inflorescence, que ce dernier organe renferme une essence particulièrement riche en menthone. Il faut donc bien que le menthol s'y soit converti en menthone par voie d'oxydation.

Les différences de composition entre les deux essences non dissoute et dissoute dans les eaux de distillation montrent bien, si on les compare à celles qui existent entre les essences de feuilles et d'inflorescences, que le partage des principes odorants entre la feuille, organe de production, et la fleur, organe de consommation, tend à se faire d'après leur solubilité relative. Mais cette tendance peut être entravée; elle peut, par contre, être favorisée par les métamorphoses chimiques que subissent les substances en tel ou tel point de leur itinéraire ou en tel ou tel de leurs centres d'accumulation. C'est ainsi que, dans le cas présent, quelques-uns des principes les moins solubles, les éthers du menthol, sont plus abondants dans l'essence de feuilles, tandis qu'un autre, la menthone, appartenant à la même catégorie, enrichit l'essence d'un organe où vont cependant les portions les plus solubles. C'est que cet organe constitue un milieu dans lequel la formation de ce principe est particulièrement active.

L'étude qui vient d'être faite met les conclusions relatives à l'évolution des composés odorants à l'abri des objections qu'aurait pu soulever le fait de l'échange de ces principes entre les différents organes. Elle précise des mécanismes déjà décrits et montre, en même temps que la concordance de ces mécanismes avec les faits d'observation, quels peuvent être les effets de leur fonctionnement simultané.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Étude chimique de la maturation du* Lycopersicum esculentum (*Tomate*). Note [1] de M. **F.-M. Albahary**, présentée par M. Armand Gautier.

Pour se rendre compte des transformations chimiques qui se succèdent dans les fruits pendant leur maturation, il est essentiel de doser tous leurs principes au cours des différents stades de leur évolution. Mais il convient de n'employer à cet effet que des méthodes d'analyses susceptibles d'isoler ces principes sans les détruire ou les transformer. Il faut aussi que la matière première ou ses dérivés ne soient pas exposés à subir des fermentations ou d'oxydations au cours de recherches. C'est ce que notre méthode d'analyse déjà publiée [2] nous semble réaliser.

Le fruit que nous avons choisi pour cette première étude est celui du *Lycopersicum esculentum* dans les trois états successifs de sa maturation : 1° le fruit vert avant l'apparition de la graine dans la pulpe ; 2° le fruit vert au moment où la graine est complètement formée ; 3° le fruit rouge arrivé à sa pleine maturation. Nos analyses, faites sur les deux premiers stades de développement, l'ont été sur les fruits d'une même plante. Le fruit mûr était celui d'un autre pied.

Il nous a paru plus exact de noter la quantité de l'azote trouvé séparément dans chacun des principes azotés du fruit, que de multiplier le chiffre d'azote total par 6,25 et de calculer ainsi théoriquement la quantité de matières azotées totales. Nous avons pu, en effet, isoler trois variétés de ces substances : les albumines, les nucléines et les substances azotées non protéiques. Or, si ce coefficient 6,25 peut être appliqué aux albumines proprement dites, il n'en est pas de même pour les nucléines et les amido-acides par exemple.

Dans le Tableau suivant, pour faciliter la comparaison, nous disposons en chaque cas les résultats de nos analyses du fruit de *Lycopersicum* dans trois colonnes. La première contient les chiffres indiquant les quantités des différents principes en grammes ; dans la seconde se trouvent les chiffres calculés

(1) Présentée dans la séance du 6 juillet 1908.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 336.

pour 100^g de substance fraîche, la troisième donne les quantités de ces mêmes principes calculés pour 100^g de matière sèche :

	Fruit vert avant la graine.			Fruit vert, la graine formée			Fruit mûr		
	Fruit naturel.	Pour 100 du fruit entier.	Pour 100 du fruit sec.	Fruit naturel.	Pour 100 du fruit naturel	Pour 100 du fruit sec.	Fruit naturel.	Pour 100 du fruit naturel	Pour 100 du fruit sec
Matière fraîche	1420^g	»	»	359^g	»	»	1546^g	»	»
Eau	1329,60	93,63	»	338,46	94,27	»	1458,21	94,39	»
Substances volatiles	0,42	0,03	»	0,43	0,12	»	1,28	0,08	»
Extrait alcoolique	20,25	1,42	»	13,50	3,76	»	69,34	4,48	»
Graisses	0,65	0,046	0,72	0,28	0,08	1,40	1,70	0,11	1,98
Acides organiques fixes	1,65	0,116	1,83	2,08	0,58	10,40	6,58	0,42	7,65
Sucres	9,30	0,65	10,33	7,43	2,07	37,15	32,78	2,12	38,12
Sucres après hydrolyse	3,82	0,29	4,24	4,03	1,14	24,65	24,74	1,60	28,77
Substances azotées non protéiques	0,29	0,02	0,32	0,31	0,09	1,55	1,42	0,09	1,65
Cendres solubles	2,03	0,15	2,25	1,64	0,45	8,20	5,87	0,38	6,70
Résidu sec	90,64	4,90	»	6,50	1,81	»	16,76	1,08	»
Extrait acide	29,54	2,08	»	2,75	0,76	»	12,48	0,80	»
Azote protéique	4,21	0,29	4,67	0,28	0,097	1,36	0,93	0,06	1,08
Albumine	2,57	0,18	2,85	0,08	0,04	0,40	0,60	0,038	0,69
Nucléine	1,64	0,12	1,83	0,19	0,06	0,95	0,38	0,024	0,36
Sucre glycoside	0,74	0,05	0,82	0,31	0,09	1,55	1,13	0,07	1,29
Amidon	1,04	0,07	1,15	1,48	0,41	7,40	5,57	0,36	6,40
Cellulose	10,51	0,75	11,68	1,15	0,32	5,75	4,17	0,27	4,85
Cendres insolubles	2,08	0,14	2,31	0,51	0,14	2,55	2,04	0,19	3,38

Ainsi, à mesure que progresse la maturation, on constate une augmentation notable des acides organiques, des sucres, de l'amidon et des matières azotées non protéiques, tandis que les quantités de protéides et de cellulose diminuent fortement, pour rester sensiblement stationnaires vers la fin de la maturation.

Ces observations nous permettent de conclure (et cela sans vouloir généraliser) que, chez le *Lycopersicum*, il y a probablement tout d'abord formation de substances protéiques et de cellulose. A un certain moment du développement les protéides se dissocient pour élaborer, en premier lieu, les amido-acides et les acides ensuite; la présence des amido-acides qu'on retrouve couramment parmi les produits de dissociation des matières protéiques corrobore cette hypothèse. Nous avons constaté d'autre part que l'acidité du fruit chauffé pendant quelque temps à 110° augmente sensiblement l'acidité avec perte d'une quantité dosable d'azote.

Les acides ainsi formés, secondés par la chaleur ambiante et par la lumière solaire, transforment progressivement la cellulose en amidon puis en sucre, ce qui explique la diminution de la cellulose dans la pulpe et l'augmentation concomitante et parallèle des sucres.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence du nitrite d'amyle sur les globules rouges du sang.* Note de M. **Gr. Slavu**, présentée par M. E. Roux.

On sait que le nitrite d'amyle agit immédiatement sur la matière colorante du sang, il est admis que l'oxyhémoglobine est tout d'abord réduite en hémoglobine avec *libération* d'oxygène, puis que l'action se poursuit par une *transformation* de la matière colorante en méthémoglobine.

Dans le but d'étudier d'une manière précise le mécanisme de l'action du nitrite d'amyle sur le sang, nous avons fait agir *in vitro* et *in vivo* cette substance rectifiée par plusieurs distillations fractionnées ($E = 95°\text{-}96°$) sur les globules rouges.

Tout d'abord, afin de connaître la dose minima de nitrite nécessaire pour obtenir une action évidente, il a été ajouté à un même volume de sang fluoré (cheval) des quantités croissantes de réactif; l'observation spectroscopique nous a montré qu'à partir de $0^{g},3$ pour 100^{cm^3} de sang, son action est marquée par la présence d'une bande à $\lambda = 634$, qui n'apparaît que lorsque l'oxyhémoglobine se trouve être libérée des globules par hématolyse. De plus, la couleur du sang vire brusquement et devient brun foncé, sans que pour cela on puisse constater une altération des globules.

Les expériences qui suivent ont été réalisées à l'aide des appareils spéciaux, utilisés par MM. Piettre et Vila du laboratoire du professeur A. Étard, à l'Institut Pasteur, dans leurs études sur les gaz du sang. Ils permettent d'extraire et de transporter, à l'abri de l'air, les liquides de l'organisme ou les solutions à étudier et de retirer de ces liquides, sous l'action du vide barométrique d'une trompe à mercure, la totalité des gaz qu'ils contiennent.

Les premiers essais comportent l'extraction des gaz contenus dans les globules du sang fluoré (cheval), lavés deux fois avec 3^{vol} de solution isotonique.

	Première expérience.	Deuxième expérience.
Volume de l'émulsion de globules.	100^{cm^3}	100^{cm^3}
Nitrite d'amyle ajouté	$2^{g},25$	0^{g}
Résidu de 100^{cm^3}................	25,28	25,26
O à 760^{mm} et 0°............	$13^{cm^3},6$	20^{cm^3}
CO^2.........................	25,2	17
Az.........................	2	2

Dans la première expérience, l'émulsion des globules était placée dans une éprouvette sur la cuve à mercure et agitée avec le nitrite, puis introduite à l'abri de l'air dans l'appareil à extraire les gaz. Cette extraction était rendue totale par l'addition de 60^{cm^3} d'une solution d'acide tartrique à 5 pour 100, exempte de gaz. Les quantités

d'oxygène obtenues dans les deux cas montrent que, malgré la dose massive de nitrite, la méthémoglobinisation ne s'est pas produite dans le sens qu'on attache à cette modification, puisque de l'oxygène dissociable s'est dégagé. En outre, l'action de ce médicament se découvre très différente de celle de certains corps, tels que CO qui se fixe sur le globule en déplaçant l'oxygène combiné.

Pour les expériences qui suivent, le sang fluoré (cheval) et nitrité ($0^g,75$ pour 100^{cm^3}) a été introduit, à l'abri de l'air, dans des flacons complètement remplis. Dans ces mêmes flacons on a opéré, par centrifugation, la séparation en deux parties (plasma exempt de globules, globules contenant un peu de plasma), puis, à l'aide d'une pipette spéciale, on a distribué, sans contact avec les gaz extérieurs, chacune de ces parties dans l'appareil d'extraction, de façon à déterminer à part les gaz du plasma et ceux des globules du même sang.

	Troisième expérience (plasma).	Quatrième expérience (globules).
	cm³	cm³
Volume du liquide........	100	100
O à 760^{mm} et 0°...........	1,2	9
CO^2.....................	23	36
Az.....................	2	1

Les volumes d'oxygène, mesurés dans les deux positions différentes du sang, montrent nettement la répartition de ce gaz.

Afin d'établir parallèlement les mêmes constatations *in vivo*, un chien a été soumis à des inhalations de nitrate d'amyle.

L'intoxication ayant été constatée, on a pu, quelques minutes avant la mort, lui faire une prise de sang à la carotide.

Ce sang, fortement coloré en brun, fut reçu à l'abri de l'air dans une solution de fluorure de sodium à 30 pour 100 et centrifugé comme pour les expériences trois et quatre.

	Cinquième expérience (plasma).	Sixième expérience (globules).
	cm³	cm³
Volume du liquide........	100	100
O à 760^{mm} et 0°..........	1	8
CO^2.....................	23	36
Az.....................	2	1

Conclusions : a. L'oxygène trouvé dans le sang influencé *in vitro* et *in vivo* par des doses massives de nitrite d'amyle était fixé sur les globules et ne provenait nullement de la partie liquide du sang, où l'on a prétendu qu'il se trouvait libéré;

b. Les doses toxiques de nitrite d'amyle n'empêchant pas le sang de contenir encore une quantité notable d'oxygène dissociable sous l'action du vide, on peut en déduire que la mort n'est pas due uniquement au manque d'oxygène.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Du rôle de la fermentation de l'acide malique dans la vinification.* Note de M. A. **Rosenstiehl**, présentée par M. Roux. (Extrait.)

Dans deux Notes précédentes (¹), j'ai montré que les levures ne sont pas seulement les facteurs de la fermentation alcoolique, mais qu'elles agissent sur un principe immédiat, substance anthophore, propre au raisin et caractéristique des cépages. Elles le transforment en produits parfumés, dont les propriétés organoleptiques ont une si grande influence sur les qualités et la valeur du vin.

Dans le courant de mes opérations de vinification en grand, j'ai dû m'occuper d'une troisième réaction, non moins importante pour le résultat final, et dont nous ne sommes pas encore maîtres : c'est la fermentation de l'acide malique.

Elle a été signalée par Moenlinger [2] en 1903, qui en donne l'équation

$$C^4H^6O^5 = CO^2 + C^3H^6O^3.$$

Ce dédoublement en acide carbonique et en acide lactique est normal, et l'œuvre, d'après Alfred Koch [3], d'une bactérie que Seiffert [4] a étudiée de plus près et qu'il appelle *Micrococcus malolacticus*. Avant Moenlinger, R. Kuntz [5] a montré que l'acide lactique est un composant normal du vin et qu'il en constitue l'acide dominant. Le travail de Moenlinger a porté spécialement sur le dosage de l'acide malique du vin, sur sa disparition successive et son remplacement par l'acide lactique. C'est un travail exclusivement de laboratoire. Mes observations personnelles apportent à ce travail la confirmation par les opérations en grand et portent spécialement sur les métamorphoses de l'acide malique dans les vins provenant de moûts stérilisés. Elles montrent le rôle qui revient à l'acide carbonique, dont l'acide malique est la source, dans la conservation et le vieillissement du vin [6].

Dans les vins provenant de la fermentation de moûts stérilisés sous l'action de levure

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 1224 et 1417.

[2] *Zeitschrift f. Untersuchung der Nahrungsmittel*, 1901, p. 1121.

[3] *XIVᵉ deutscher Weinbau-Kongress*, sept. 1900, p. 22.

[4] *Zeitschr. f. Landw. Versuchswesen in Oesterreich*, 1901, p. 980, et 1903, p. 567.

[5] *Zeitschr. f. Untersuchung der Nahrungsmittel*, 1901, p. 673.

[6] *Bulletin de la Société des Sciences, Agriculture et Arts de la Basse-Alsace*, 1904, p. 210.

pure, l'acide malique se conserve, il ne se forme pas d'acide lactique. Mais dès que les vins ont été soumis aux opérations de cave, tels que l'ouillage et le soutirage, ils sont contaminés par les bactéries des eaux de vinification. Et aussitôt la fermentation de l'acide malique commence; le plus souvent elle est lente et insensible; quelquefois elle s'accentue de manière à troubler le vin; elle peut même devenir tumultueuse. On observe alors une diminution subite de l'acidité; le vin devient d'un goût fade, son bouquet de fermentation a disparu. Chimiquement, le phénomène est caractérisé par une diminution de la quantité d'acide malique et l'augmentation équivalente de la teneur en acide lactique.

La conservation de l'acide malique doit, dans certains cas, être considérée comme un avantage. Le rapport des dégustateurs dit, en parlant des vins avec moûts stériles (¹) : « Ces vins avaient, il est vrai, une acidité prononcée, mais loin d'être nuisible, cette acidité mordait la langue d'une façon agréable », et plus loin : « Les vins traités gardent un goût frais et sont pétillants à la dégustation, grâce à un dégagement fort appréciable d'acide carbonique ».

Voici les données analytiques relatives à ces vins :

	Vin provenant de moût stérilisé :		
	Après fermentation.	6 mois plus tard.	Vin témoin.
Acide malique	7,08	5,55	2,04
» lactique	»	0,76	1,64
» tartrique	»	1,89	1,33
» succinique	»	0,73	0,76
Acidité totale	9,70	8,93	5,77

On voit que la diminution d'acidité est due à la transformation partielle de l'acide malique bibasique en acide lactique monobasique.

Le vin témoin, qui a fermenté avec les microorganismes naturellement déposés sur le raisin, a subi simultanément mais partiellement seulement la fermentation malolactique. Il lui reste un peu d'acide malique, qui, peu à peu, se dédoublera à son tour. Par sa présence il maintient dans le vin la dose d'acide carbonique nécessaire pour le défendre contre l'action oxydante de l'air et le vieillissement prématuré.

Sous ce rapport, le vin témoin est plus près de sa déchéance finale que le vin fait avec moût stérilisé, qui renferme dans ces 5g,55 d'acide malique une source lente d'acide carbonique. La proportion d'acide malique apparaît ainsi comme un facteur important pour le développement ultérieur. Sous ce rapport, les vins du pays situés le long du Rhin sont favorisés.

(¹) *Loc. cit.*, 1907, p. 172 et suiv.

L'acide malique paraît être l'acide dominant, et Alfred Koch cite des vins qui ont perdu 8 pour 1000 d'acide, ce qui correspond à une quantité double d'acide malique. Pour de pareils vins, la rétrogradation rapide de l'acidité est avantageuse, tandis que pour les raisins du Midi etc., d'après les analyses de M. Mestrezat ([1]), la quantité d'acide malique est de 2 à 3^g au litre de moût, quantité qui tombe dans le vin à $0^g,15$-$1^g,43$. Ces faibles doses correspondent à une maturation plus parfaite du raisin dans les climats méridionaux; elles impliquent aussi un vieillissement plus rapide.

Les vins vieux, d'après les analyses de Moenlinger, ne renferment plus d'acide malique.

La fermentation malo-lactique, qui s'établit même dans les vins préparés avec des moûts stérilisés après les premières manipulations de cave, prouve que la bactérie vient toujours de l'extérieur. Et cet ensemencement se faisant par hasard nous empêche de régler cette fermentation. Il est essentiel que l'introduction de ces organismes n'ait lieu qu'en fort petite quantité, ce qui n'est réalisé que par l'extrême propreté observée dans les manipulations de cave. L'emploi raisonné de l'acide sulfureux et des moyens de clarification sont les moyens propres à ralentir la décomposition trop rapide de l'acide malique. La possibilité d'un ensemencement en masse, qui a pour conséquence la décomposition rapide de l'acide malique, dont j'ai vu des exemples frappants, empêche de considérer comme un vin de tout repos un vin renfermant encore une certaine proportion d'acide malique. Elle montre la nécessité, pour bien conduire un vin à sa perfection, de connaître la proportion d'acide malique qu'il renferme et de surveiller sa disparition successive.

En envisageant l'ensemble des faits, on voit que le vin n'est pas le produit de la seule fermentation du sucre contenu dans le jus de raisin. Deux autres principes immédiats subissent une transformation profonde : l'acide malique, ainsi que Moenlinger l'a signalé, et la substance *anthophore*, dont la présence dans le jus de raisin et le rôle dans la vinification sont démontrés par le présent travail. Ces réactions sont l'œuvre de deux microorganismes, savoir : 1° les levures, dont ces recherches donnent le moyen de régler l'action sur le jus de raisin; 2° les bactéries du type *Micrococcus malolacticus*, de Seiffert, dont nous savons bien arrêter l'action par la pas-

---

([1]) Communication faite au Congrès de Bordeaux, 8 juillet 1907.

teurisation, mais que nous ne savons ni mettre en œuvre, ni régler; si cette lacune dans nos connaissances était comblée, une des grandes difficultés de la vinification serait vaincue.

HISTOLOGIE. — *Sur le rôle physiologique des granulations leucocytaires.* Note de M. **Kollmann**, présentée par M. Edmond Perrier.

On semble à peu près d'accord pour considérer les granulations leucocytaires comme des produits de ségrégation; l'opinion d'Arnold qui voudrait y voir des microsomes, faisant partie du réticulum protoplasmique, est évidemment insoutenable. Mais nous n'avons guère de données précises concernant le rôle physiologique de ces formations. J'ai fait quelques expériences qui me semblent apporter un peu de lumière sur ce sujet obscur.

Carcinus mœnas Penn. possède de fort beaux leucocytes bourrés de granulations amphophiles avec affinités acidophiles assez marquées. Je suis parvenu à faire des numérations hématologiques assez précises et j'ai pu ainsi constater que le nombre absolu des leucocytes granulés varie, suivant les conditions physiologiques, dans d'assez grandes proportions.

La principale de ces conditions paraît être l'état de nutrition de l'animal. Si l'on soumet, en effet, un crabe à un jeûne rigoureux, on constate que le nombre des leucocytes granulés diminue progressivement et régulièrement; de 50 pour 100 au début, (au maximum), il peut tomber à 3 ou 4 pour 100 au bout de 20 à 25 jours environ. Cette disparition des leucocytes granulés est le résultat d'un processus de dissolution des granulations qui s'opère à l'intérieur même des leucocytes et dont on peut suivre aisément toutes les phases.

Les individus inanitiés étaient ensuite abondamment nourris. Il se produisit alors une active multiplication des globules non granulés du sang. De plus le nombre des leucocytes granulés remonta dans une proportion certainement considérable, sans que je puisse, en raison des circonstances expérimentales, préciser dans quelle mesure exacte. On observe alors de nombreux stades de développement des granulations.

Au moment de la mue, le nombre des granulés s'abaisse dans une proportion considérable. Ces éléments commencent à se vider dans les derniers jours qui précèdent l'exuviation et le processus se continue dans les jours qui suivent. De plus, environ 48 heures après le rejet du tégument, il se produit une multiplication très active des leucocytes non granulés. Ce double phénomène est sans doute susceptible d'une explication assez simple. Comme le montre l'observation, un crabe qui va muer cesse de prendre toute nourriture plusieurs jours avant le rejet de sa carapace et ne recommence à s'alimenter que quand ses téguments ont acquis une résistance suffisante. Il passe donc par une période de jeûne qui explique la disparition des granulations. D'autre part, un crabe qui sort de sa carapace augmente brusquement de volume, la quantité de sang n'ayant pas varié, tout se passe comme si l'on avait saigné l'animal.

Or, on sait qu'une saignée provoque une prolifération compensatrice des globules du sang.

Les granulations des leucocytes de *Carcinus mœnas* disparaissent donc quand l'animal est privé de nourriture et se reforment quand on lui fournit une alimentation abondante. Ces expériences et ces observations semblent indiquer que les granulations leucocytaires peuvent être considérées comme constituées par une substance de réserve.

La littérature contient quelques faits qui plaident dans le même sens. Blumenthal ([1]) a été amené par l'expérience à considérer les *éosinophiles* des Vertébrés comme des cellules chargées de réserves. Stéphan ([2]) a constaté que les granulations éosinophiles du protoptère disparaissent pendant l'hivernage, et qu'elles reparaissent ensuite dans les mêmes cellules. L'auteur conclut en disant que les leucocytes éosinophiles du protoptère se comportent comme des glandes mérocrines à sécrétion interne. Caullery et Mesnil ([3]) ont vu les granulations acidophiles des Cirratuliens disparaître au fur et à mesure du développement des produits génitaux. Dans ce dernier cas, la nature de réserve des granulations paraît être bien évidente. Enfin, Guilliermond et Mawas ont récemment ([4]) signalé l'analogie des granulations des Mastzellen avec les grains de volutine des levures. Or, ces derniers sont habituellement considérés comme des produits de réserve.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Découverte de plantes fossiles dans les terrains volcaniques de l'Aubrac.* Note de M. **Ant. Lauby**, présentée par M. R. Zeiller.

Jusqu'à ce jour, les géologues ont été fort embarrassés pour déterminer l'âge des éruptions volcaniques de l'Aubrac.

Sur les conseils de M. Boule, qui vient d'en publier la Carte géologique, j'ai entrepris des recherches sur les gisements de plantes fossiles qui se trouvent presque toujours subordonnés aux produits de projection dans les régions volcaniques.

([1]) *Archiv. di Fisiol.*, 1904.

([2]) *Comptes rendus de la Société biologique*, 1907.

([3]) *Ann. Univ. Lyon*, 1898.

([4]) *Comptes rendus de la Société biologique*, 1908.

Ces recherches ont porté sur tout le district éruptif de l'Aubrac et ont duré 3 ans; j'ai trouvé et fouillé des gisements sur les versants Est et Ouest.

I. Versant Est. — Deux niveaux à plantes fossiles affleurent sur ce versant depuis Gouteille jusqu'au delà de Montfermier, près de Saint-Urcize; ils sont séparés par une épaisse coulée de basalte.

Le niveau inférieur m'a été signalé par M. Boule; il est constitué par une cinérite argileuse, gris verdâtre, compacte, qui est bien développée sous le basalte de la cascade dite du Saut-de-Jujieu; les espèces y sont rares, mais bien conservées.

Le niveau supérieur, constitué par une cinérite argileuse jaunâtre, schistoïde, s'intercale entre le basalte précédent et une deuxième coulée basaltique que coupe la cascade dite de Panouval.

Ces coulées appartiennent à la série des basaltes dits *inférieurs* (β_{I-II}) de la Carte géologique détaillée, laquelle est elle-même recouverte par la série des andésites augitiques et des basaltes supérieurs.

1° *Saut-de-Jujieu.* — Parmi les espèces fournies par ce gisement, je citerai : des *Diatomées*, qu'on retrouve dans les gisements d'Andelat, de Chambeuil, de Fraisse-Bas et de Moissac; des *Conifères*, parmi lesquels des écailles de Cèdre semblables à celles de Panouval; puis : *Acer trilobatum* A. Br., de l'Aquitanien de Manosque, *Alnus Kefersteinii* Ung., bien semblable au type de Wetteravie; *Dryophyllum Dewalquei* Sap. et Mar., qui s'étend depuis le Crétacé jusqu'à l'Oligocène supérieur; *Ficus tiliæfolia* Heer, bien identique au type et très répandu dans le gisement de Menat; *Zelkova Ungeri* Ett., *Celastrus elænus* Ung., *Ulmus Bronnii* Ung. (feuilles et fruits), *Carpinus grandis* Heer, espèces très répandues depuis l'Oligocène jusqu'au Miocène supérieur.

M. F. Meunier a bien voulu examiner des empreintes d'ailes de *Formicidæ* de ce gisement; il les rapporte au genre *Camponotus* Mayr et les range dans l'Aquitanien.

2° *Cascade de Panouval.* — Les Diatomées de ce gisement se retrouvent en partie dans ceux des Egravats et de Djernaes (Suède). Les Conifères sont représentés par des écailles très nombreuses et très bien conservées d'un Cèdre très voisin du *Cedrus atlantica* Manetti et par le *Glyptostrobus europæus* Heer.

On y trouve aussi : *Fagus pristina* Sap., tout à fait identique à celui de Manosque; *Ostrya atlantidis* Ung., très répandu dans le gisement; il en est de même du *Zelkova Ungeri* Ett. et de *Betula prisca* Ett.; l'*Acer decipiens* Heer, signalé dans le tripoli de Ceyssac, y est rare; des feuilles de *Fagus* sp., qu'on retrouve dans d'autres gisements miocènes du Massif central.

II. Versant Ouest. — L'intérêt de ces premières observations m'a incité à parcourir les vallées profondes qui sillonnent le versant ouest du Massif

de l'Aubrac, afin de m'assurer si d'autres niveaux fossilifères confirmeraient ces résultats.

J'ai découvert au mois d'octobre dernier, à *Fontgrande*, près de Marcastel (Aveyron), des argiles ligniteuses à spicules d'éponges d'eau douce; deux fouilles faites à ce niveau, dont l'une de $12^m,50$ de profondeur sur 7^m de large, m'ont permis de mettre au jour une flore excessivement riche et variée.

Le dépôt est constitué par des lits alternant de lignite (dont un de 3^m de puissance), d'argile et de cinérite grise; ces derniers renferment des scories ponceuses rouges; la formation repose sur des schistes à séricite; elle est recouverte par des brèches, des cinérites argileuses de couleur brune, stériles, surmontées elles-mêmes par une table de basalte.

Parmi les très nombreuses espèces recueillies, je signalerai d'abord : toute une série de Diatomées, dont les espèces se retrouvent dans divers gisements oligocènes ou miocènes du Massif central, de la Hongrie, de l'Allemagne, etc.

Puis des Conifères en grand nombre; si je n'ai rencontré qu'une écaille pouvant être rapportée au Cèdre de Panouval, le *Pinus Lopatini* Heer, de la Sibérie orientale, s'y trouve; et il y a abondance de cônes dont les plus répandus ont quelques analogies avec le *Larix sibirica* Ledeb. Enfin des feuilles, des écailles, des chatons de *Pinus palæostrobus* Sap., du gypse d'Aix, qui ne va que jusqu'au Miocène et qui semble bien caractériser ce niveau; quelques *Abies abscondita* Sap., du gypse d'Aix, *Podocarpus Peyriacensis* Sap., de l'Oligocène, et de rares *Glyptostrobus europæus* Heer.

Parmi les Angiospermes, une espèce très abondante dans ce gisement est le *Pterocarya americana* Lesq., de Middle Park, qui s'étend de l'Éocène au Miocène; je citerai ensuite, par ordre de fréquence, *Pt. denticulata* Heer; *Betula oxydonta* Sap., de l'Aquitanien de Manosque, Bois d'Asson, etc.; *Salix gracilis* Sap., des mêmes gisements; *Andromeda Saportana* Heer, de l'Oligocène moyen de Rixhoeft; *Populus Zaddachi* Heer, de l'Aquitanien de Manosque, *Ostrya humilis* Sap., des gypses d'Aix; *Vitis teutonica* A. Br., de l'Oligocène supérieur de Salzhausen; *Dombeyopsis Decheni* Web., de l'Aquitanien d'Orsberg; *Rhus juglandogene* Sap., de l'Oligocène supérieur d'Armissan; *Sapindus angustifolius* Lesq., de l'Alaska, du Colorado, etc., espèce répartie de l'Éocène au Miocène; *S. salicifolius* Heer, d'Œningen; *Neritinium longifolium* Ung., du Miocène inférieur de Radoboj; *Ulmus Bronnii* Ung.; *Carpinus grandis* Ung.; *Populus tremulæfolia* Sap.; *Salix minuta* Kr.; *Alnus nostratum* Ung.; *Grewia crenata* Heer; *Platanus aceroides* Gopp, qu'on trouve jusqu'au Miocène supérieur.

J'ai été, en outre, assez heureux pour recueillir dans ce gisement quelques empreintes d'un poisson, que M. Priem a très obligeamment étudiées et qu'il a rapportées au *Prolebias Brongniarti* Ag., espèce très fréquente à Menat.

De l'examen de ces matériaux il résulte que le gisement de Fontgrande peut être considéré comme *oligocène* et semble d'âge *aquitanien*; les ciné-

rites du Saut-de-Jujieu ont avec lui des espèces communes et, bien que ce dernier gisement puisse appartenir au même horizon, il me paraît être un peu plus récent que celui de Fontgrande; enfin le gisement de Panonval, intercalé entre les deux premières coulées basaltiques, est *miocène*; l'abondance dans ce dépôt de l'*Ostrya atlantidis* Ung., du Miocène inférieur de Sagor, de Radoboj; du Miocène moyen de Léoben; celle de *Betula prisca* du Miocène d'Islande, sembleraient indiquer que l'éruption cinéritique a eu lieu au Miocène moyen.

Il y avait donc sur l'emplacement actuel de l'Aubrac des bassins lacustres ou fluviatiles qui ont été comblés peu à peu par des éruptions successives de cendres, de scories, de brèches et de coulées. Ce serait à l'époque miocène, probablement au Miocène moyen, que les premières éruptions basaltiques de l'Aubrac se seraient produites.

Il est intéressant de noter que, dans le relevé géologique de cette région, M. Boule, sans connaître ces données paléophytologiques, a entrevu, à l'aide de l'examen stratigraphique seulement, l'âge réel des premières éruptions de ce district volcanique.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 juin 1908.

La Montagne Pelée après ses éruptions, avec observations sur les éruptions du Vésuve en 79 et en 1906, par A. Lacroix, Membre de l'Institut; Ouvrage publié par l'Académie des Sciences. Paris, Masson et Cie, 1908; 1 vol. in-4°.

Les reproductions artificielles de roches et de minéraux, par A. Michel Lévy, Membre de l'Académie des Sciences. (Extr. de la *Revue générale des Sciences* du 15 mai 1908.) Paris, Armand Colin, 1908; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Les découvertes modernes en Physique, leur théorie et leur rôle dans l'hypothèse de la constitution électrique de la matière, par O. Manville. Paris, A. Hermann, 1908; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Violle.)

Geologische Karte der Simplon-Gruppe, $\frac{1}{50000}$, von C. SCHMIDT und H. PREISWERK, 1892-1905, *mit Verwertung der Aufnahmen von* A. STELLA, 1898-1906. (*Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz.* Lif. XXVI, Spezialkarte n° 48.) Zurich, 1908; 1 feuille in-plano. (Présentée, ainsi que les deux brochures suivantes, par le prince Roland Bonaparte.)

Erläuterungen zur geologischen Karte der Simplon-Gruppe in $\frac{1}{50000}$, von C. SCHMIDT und H. PREISWERK (1892-1905), *mit Verwertung der Aufnahmen von* A. STELLA (1898-1906); mit zwei Profiltafeln (II und III), Uebersichtskarte in $\frac{1}{350000}$, (IV) und fünf Tafeln (V-IX); Text und Tafeln II-IX von C. SCHMIDT und H. PREISWERK. (*Geologische Karte der Schweiz*, n° 6, mars 1908.) Zurich, Bern, A. Francke, 1908; 1 fasc. in-8°.

Die Geologie des Simplongebirges und des Simplontunnels, von C. SCHMIDT. Bâle, Friedrich Reinhardt, 1908; 1 fasc. in-4°.

Observatoire météorologique du Puy de Dôme. Sa fondation. Son inauguration. Le 25e anniversaire de sa fondation. Découverte du temple de Mercure à la cime du Puy de Dôme en 1872. Notice biographique, par E. ALLUARD. Clermond-Ferrand, typ. G. Mont-Louis, 1908; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Twelfth Report of the section for the observation of Jupiter. (*Mem. of the British Astr. Assoc.*, t. XVI, partie I.) Londres, 24 juin 1908; 1 fasc. in-8°.

Le climat de la Grèce; 1re Partie : *Climat d'Athènes;* 2e Partie : *Climat de l'Attique*, par D. EGINITIS. Athènes, Sakelarios, 1908; 2 vol. in-8°. [En langue grecque.] (Hommage de l'auteur.)

The falls of Niagara, their evolution and varying relations to the Great Lakes; characteristics of the power, and the effects of its diversion, by JOSEPH-WILLIAM WINTHROP SPENCER. 1905-1906. Ottawa, S.-E. Dawson, 1907; 1 vol. in-8°.

Geological Survey of Canada. General index to Reports 1885-1906, compiled by F.-J. NICOLAS. Ottawa, Government Printing Bureau, 1908; 1 vol. in-8°.

Flora Batava. Figures et descriptions des plantes néerlandaises, commencées par feu JAN KOPS, continuées par feu F.-W. VAN EEDEN et L. VUYCK; livraisons 353-356. Haarlem, Vincent Loosjes, 1906; 4 fasc. in-4°.

Ueber die Physiologie des Flugs der Tiere, von Dr WALCHER. (Extr. des *Jahreshefte des Vereins für vaterl. Naturkunde in Württ.*, 1908.) 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Report of the Commissioner of Fisheries for the fiscal year 1906, *and special papers*. Washington, Government Printing Office, s. d.; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 6 JUILLET 1908.

Zur Erinnerung an Henri Moissan, von Dr A. GUTBIER. Erlangen, Max Mencke, 1908; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Lord Kelvin, obituary Notice. (*Proceedings of the Royal Society*, Série A, t. LXXXI, n° A, 543.) Londres, 1908; 1 fasc. in-8°.

Les origines, les méthodes et les problèmes de la Géométrie infinitésimale, par M. GASTON DARBOUX. (Conférence lue à Rome au palais Corsini, le 7 avril 1908, devant le IVe Congrès des Mathématiciens.) Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Mission scientifique au Dahomey, par HENRY HUBERT. Paris, Émile Larose, 1908; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Lacroix.)

Expédition antarctique française (1903-1905), commandée par le Dr CHARCOT : *Géographie physique; Glaciologie; Pétrographie*, par ERNEST GOURDON. Paris, Masson et Cie, 1908; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Lacroix.)

Sur une Table d'éléments donnant les facteurs premiers des nombres jusqu'à cent millions, par ERNEST LEBON. (Extr. du *Bull. de la Soc. philomathique de Paris*, 9e série, t. IX, n° 2; séance du 25 avril 1908.) Paris; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Deskriptivni Geometrie promitáni parallelniho, napsal J. SOBOTKA. Prague, 1906; 1 vol. in-8°.

Note on the elements of Jupiter's Galilean satellites, by THADDEUS BANACHIEWICZ. Saint-Pétersbourg, Imprimerie de l'Académie impériale des Sciences, 1908; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

The Earth as a heat-radiating planet, by J.-M. SCHAEBERLE. (Extr. de *Science*, n. s., t. XXVII, n° 688, 1908.) Ann Arbor; 1 fasc. in-8°.

Das Zodiakallicht, ein Versuch zur Lösung der Zodiakallichtfrage, von FRIEDRICH SCHMID. Leipzig, W. Engelmann, 1908; 1 fasc. in-8°.

Atti della Societa italiana per il progresso delle Scienze; prima riunione, Parma, settembre 1907. Rome, 1908; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 13 JUILLET 1908.

Œuvres complètes de Christiaan Huygens, publiées par la Société hollandaise des Sciences; t. XI : *Travaux mathématiques*, 1645-1651. La Haye, Martinus Nijhoff, 1908; 1 vol. in-4° (Exemplaire offert par les Directeurs de la Société hollandaise des Sciences.)

Anecdota cartographica septentrionalia, ediderunt ANTHON BJORNBO et CARL-S. PETERSEN. Hauniæ, sumptibus Societatis Regiæ Scientiarum Danicæ, MCMVIII. 1 fasc. in-f°. (Présenté par M. Darboux.)

La prophylaxie de la maladie du sommeil, par MM. LAVERAN et KERMORGANT. (Extr. du *Bull. de la Soc. de Pathologie exotique*, t. I, n° 6, 1908.) Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°. (Hommage des auteurs.)

Anatomie et pathologie des séro-appendices, par R. ROBINSON. Paris, Alfred Leclerc, 1908; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Contribution à l'étude de l'assimilation du phosphore et de la chaux pendant la vie embryonnaire du poussin, par E. CARPIAUX. Bruxelles, Hayez, 1908; 1 fasc. in-8°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. LÉON BRUNEL. Paris, Gauthier-Villars, 1908; 1 fasc. in-8°.

Département de l'Eure. *Rapports du Conseil départemental d'hygiène publique et de salubrité et des Commissions sanitaires, année* 1907. Évreux, Ch. Hérissey, 1908; 1 fasc. in-8°.

Annales de l'Institut agronomique (École supérieure d'Agriculture); 2e série, t. VIII, fasc. I. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1908; 1 vol. in-8°.

Annales de la Faculté des Sciences de Marseille, t. XVI, avec deux suppléments. Marseille, P. Ruat, 1908; 1 vol. in-4°.

Archives de Médecine et de Pharmacie militaires; t. LI. Paris, les fils Rozier, 1908; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 6 juillet 1908.)

Note de MM. *Leo Vignon et Évieux*. Chaleur de neutralisation de l'acide picrique par diverses bases aromatiques en milieu benzénique :

Page 68, ligne 30, *au lieu de*

Poids moléculaire................	332,4	182	367

lisez

Poids moléculaire................	333,4	367	182

Page 68, ligne 33, *lisez* + phenylhydrazine ($C^6H^5.NH.NH^2$).

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 JUILLET 1908.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MINÉRALOGIE. — *Sur les minéraux des fumerolles de la récente éruption de l'Etna et sur l'existence de l'acide borique dans les fumerolles actuelles du Vésuve.* Note de M. A. LACROIX.

L'une des particularités de la récente éruption de l'Etna a consisté dans la faible intensité des phénomènes de fumerolles. Les dégagements gazeux importants n'ont duré que peu de jours le long de la fente éruptive et les quelques vapeurs qui s'élevaient de la coulée au lendemain de son arrêt étaient localisées en des points très limités, que j'ai trouvés encore actifs, lors de mon arrivée dans le Val del Bove. Cette pauvreté en fumerolles résulte non seulement de la brièveté des phénomènes explosifs et effusifs [1], mais encore de ce fait que le magma, naturellement pauvre en produits volatils, s'est écoulé rapidement sur une pente fort raide, pour s'étaler ensuite en couche de médiocre épaisseur sur une surface peu accidentée, circonstances qui ont entraîné son rapide refroidissement. L'absence de pluie ayant permis la conservation sur place de toutes les sublimations de sels solubles formées depuis le début des phénomènes, il m'a paru intéressant de rechercher si, dans une éruption de ce genre, la réduction de l'importance des fumerolles entraînait quelque particularité spéciale dans leur distribution

[1] Il semble résulter des observations de Silvestri que l'éruption de 1883, comparable par sa brièveté à celle qui m'occupe ici, a été, elle aussi, très pauvre en fumerolles.

et dans leur nature. Il n'en est rien. Tous les types habituels ont été représentés, avec cette réserve cependant que je n'ai trouvé aucun sel de cuivre dans les fumerolles les plus chaudes (1).

Fumerolles à chlorures alcalins. — C'est seulement sur les bords de la fente effusive que j'ai rencontré en petite quantité des dépôts cristallisés (2) attribuables aux fumerolles ne s'élevant que de la lave incandescente; ils consistent en cubes cristallitiques (groupés suivant un axe ternaire) de chlorure de sodium, avec un peu de chlorure de potassium et traces de carbonates et de sulfates.

Bien qu'en ce point la température de la lave consolidée fût encore de quelques centaines de degrés au moment de mes observations, il ne s'y produisait plus ni sublimation ni dégagement gazeux appréciables; c'est là un exemple typique d'une fumerolle refroidie sans avoir évolué.

Fumerolles chlorhydriques. — La fissure effusive ne présentait pas d'autres fumerolles que celles qui viennent d'être signalées. Par contre, des fumerolles chlorhydriques étaient nombreuses aux alentours des bouches explosives, qui jalonnent la fissure entre les deux Serra Giannicola. Elles ne dégageaient qu'une très faible quantité d'un mélange suffocant de vapeur d'eau et d'acide chlorhydrique; la température la plus élevée était voisine de celle de la fusion du zinc (412° C.). Leur orifice était recouvert d'abondantes sublimations d'une couleur rouge orangé; l'examen de celles-ci m'a permis de déterminer sous quelle forme minéralogique le chlorure de fer se trouve à l'Etna.

Il y existe à l'état de chlorure double ammoniacal ($FeCl^3, 2AzH^4Cl, H^2O$) de *krémersite*, minéral qui n'avait été jusqu'ici observé qu'au Vésuve : il se trouve en cristaux ou en croûtes cristallines, seul ou associé à un peu de salmiac. Les cristaux, peu distincts, sont orthorhombiques; ils possèdent les formes, la couleur, l'absence de pléochroïsme, la forte biréfringence de l'érythrosidérite. Il est donc possible de vérifier, par l'observation directe du minéral naturel, l'inexactitude de son attribution au système cubique et de confirmer ainsi les constatations faites sur le produit artificiel, qui est isomorphe de l'érythrosidérite, le sel potassique correspondant; quelques échantillons renferment d'ailleurs une petite quantité de potassium.

---

(1) Ceux-ci ne paraissent se produire que dans les fumerolles ayant quelque durée.

(2) Sur quelques points de la coulée s'observaient cependant des enduits blancs pulvérulents, constitués par un mélange de chlorures et de sulfates alcalins; mais je n'ai pu en recueillir en quantité suffisante pour en faire une étude complete.

Au voisinage de ces fumerolles, il en existait d'autres, moins chaudes, ne fournissant que du salmiac et du soufre, généralement fondu; elles représentent le passage normal d'une fumerolle chlorhydrique au type sulfhydrique.

Fumerolles à chlorure d'ammonium seul. — La température des fumerolles rencontrées sur la coulée ne dépassait pas 200° C. et était généralement voisine de 100°. Elles étaient complètement dépourvues de soufre, mais donnaient d'assez abondantes sublimations de chlorure d'ammonium en cristaux petits, mais nets [a^2 (211) et rarement p (001)], incolores ou jaunâtres. Presque toutes dégageaient un peu d'eau, à réaction alcaline, dont la condensation a permis de mettre en évidence une petite quantité de carbonate d'ammonium, corps déjà constaté par Fouqué et Silvestri sur la lave de l'éruption de 1865.

J'ai observé en outre, au bas de la coulée nord de la Serra Giannicola grande, et presque en contact avec les fumerolles précédentes, un point où les vapeurs étaient légèrement acides (température un peu inférieure à celle de la fusion de l'étain) et où, çà et là, quelques cristaux de krémersite teintaient d'orangé des croûtes peu cristallines de salmiac.

La dissolution d'une dizaine de grammes de salmiac m'a permis d'y mettre en évidence une quantité notable de *fluor*, y existant probablement sous forme de fluosilicate alcalin; c'est la première fois que ce corps est constaté dans les fumerolles de l'Etna.

L'origine profonde du chlorure d'ammonium de toutes ces fumerolles est incontestable. L'absence complète de végétation dans la région où s'est produite l'éruption élimine complètement l'hypothèse d'une origine superficielle, qui est vraisemblable pour une partie des sels ammoniacaux des éruptions dans lesquelles (1865) la lave s'est épanchée dans la région boisée du volcan. Cette origine profonde est confirmée encore par l'existence de ce même sel dans les cendres des explosions vulcaniennes [1] du cratère (20 mai).

Fumerolles du Vésuve. — J'ai profité de mon voyage en Sicile pour étudier au retour les modifications de tout genre que le Vésuve a subies depuis l'éruption de 1906. Le flanc nord-est du cône terminal renferme toujours un champ de fumerolles assez actives, s'étendant depuis sa base jus-

---

(1) Une faute d'impression s'est glissée dans ma Note précédente (p. 102) : la teneur en sels solubles (gypse dominant) de cette cendre n'est pas de 0,10, mais de 10 pour 100; l'analyse que j'ai donnée a été faite sur la cendre débarrassée de ses produits solubles.

qu'aux bords mêmes du cratère, qui continuent à s'ébouler dans la cavité béante. Ces fumerolles jalonnent une petite coulée, datant de 1906, qui est encore cachée sous les matériaux solides rejetés par les grandes explosions de ce même paroxysme; les divers types à chlorures alcalins, à acide chlorhydrique abondant et à hydrogène sulfuré s'y observent sans disposition régulière.

Parmi les premières, il en est qui ne présentent à leur émergence que des cristaux de chlorures de sodium et de potassium, tandis que d'autres fournissent de la cotunnite ($PbCl^2$) et que d'autres enfin, souvent bordées d'enduits de chlorures alcalins, teintées de vert par du chlorure de cuivre, sont caractérisées par de délicates lamelles de ténorite (CuO).

Une fumerolle en voie de refroidissement, voisine des bords mêmes du cratère, m'a fourni la matière d'une observation intéressante. Les fumerolles chlorhydriques voisines étaient riches en cristaux et en croûtes d'érythrosidérite, mélangée à un peu de chlorures alcalins. Les lapilli scoriacés que recouvrent ces minéraux étaient à peine attaqués; mais, à $0^{m},50$ au-dessus de l'une de ces fumerolles, en un point où le sol n'avait plus qu'une température d'une centaine de degrés, la roche était profondément altérée et transformée en opale blanche, imprégnée de chlorures solubles à réaction acide, indistincts au point de vue minéralogique.

Dans cette gangue, j'ai trouvé en petite quantité un minéral, la *sassolite*, qui semble extrêmement rare au Vésuve. Dans son Catalogue en effet, A. Scacchi signale que l'acide borique n'a été rencontré qu'une seule fois dans le cratère, en 1817, par Monticelli et Covelli; je n'ai pas connaissance d'observations ultérieures sur ce sujet.

La sassolite constitue des amas de petites lames blanches; celles-ci, grâce à leur minceur, à leur légèreté et à leur éclat plus nacré, se distinguent facilement au premier abord du gypse lamelleux (qui abonde au voisinage dans des lapilli altérés). La forme hexagonale, les propriétés optiques (bissectrice aiguë négative, presque normale aux lames : $2E = 8°$ à $9°$) et les propriétés chimiques sont celles de l'acide borique normal.

Ce mode de gisement montre que le minéral s'est produit dans un type de fumerolles acides, moins chaudes que celles fournissant l'érythrosidérite. Cette opinion peut s'appuyer sur les conditions dans lesquelles la même substance se formait à Vulcano, avant l'éruption de 1888-1889, qui en a fait disparaître le gisement. Elle ne se rencontrait alors qu'en petite quantité dans les fumerolles à 200° C., mais était surtout abondante dans celles à 100°, qui déposaient du soufre.

L'existence d'un composé boré dans les fumerolles du Vésuve, rappro-

chée de celle du fluor, qui y a été maintes fois constatée, a un grand intérêt théorique. Les explosions paroxysmales de 1822, de 1872 et de 1906 ont en effet permis de constater que, dans la masse même du cône et par suite à une faible distance de la surface, les tufs volcaniques subissent d'intenses modifications métamorphiques [1], dues à des actions pneumatolytiques et comparables à celles qui accompagnent si souvent la mise en place des magmas intrusifs. Pour la démonstration de la continuité de ces phénomènes métamorphiques presque superficiels et de ceux produits en profondeur, il est important de constater à la bouche même du volcan la présence de deux des minéralisateurs, dont le rôle paraît avoir été des plus énergiques au voisinage des roches granitiques en voie de consolidation.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les hydrates de strontiane et de baryte.* Note de M. de Forcrand.

J'ai indiqué récemment comment s'effectue la déshydratation progressive de la lithine par l'action de la chaleur, avec formation d'hydrates condensés. Pour étudier de la même manière la déshydratation de la strontiane et de la baryte hydratées, j'ai pris comme point de départ les combinaisons connues

$$SrO + 9H^2O \quad \text{et} \quad BaO + 9H^2O.$$

La composition de ces deux hydrates, qui a donné lieu à quelques discussions, est bien celle représentée par ces formules lorsqu'on a soin d'éviter la formation de carbonate et d'éliminer un peu d'eau mère interposée.

I. *Strontiane.* — Dans le vide sec, à $+10°$ environ, l'hydrate $SrO + 9H^2O$ se déshydrate très lentement. Après une semaine il devient $SrO + 2H^2O$; mais, contrairement à ce que plusieurs auteurs ont annoncé, le poids ne reste pas constant, la substance perd encore de l'eau pendant un mois, et la limite définitive correspond à $SrO + H^2O$.

En chauffant l'hydrate à $9H^2O$ à 45°-50° dans un courant d'hydrogène sec, on arrive en 2 heures à $SrO + 2H^2O$, et il faut une journée pour atteindre $SrO + H^2O$, dont le poids ne varie plus ensuite.

---

[1] Le rôle du fluor dans les transformations subies par les blocs métamorphiques de l'éruption de 1906 est mis en évidence par la présence de ce corps dans leur amphibole et dans leur biotite néogènes. Il n'est pas impossible qu'on rencontre tôt ou tard la tourmaline dans de semblables conditions.

Il y a donc certainement un hydrate à $2H^2O$ (bien que son existence ait été mise en doute); mais il possède déjà à $+50°$ et même à $+10°$ une tension d'efflorescence qui permet d'arriver lentement au monohydrate, de sorte que son existence n'est prouvée que par un ralentissement de la déshydratation, et non par une limite à poids constant.

Enfin, si l'on chauffe immédiatement à 95° l'hydrate à $9H^2O$ dans le courant d'hydrogène, on obtient en 2 heures le monohydrate.

Ce dernier composé résiste ensuite jusqu'à plus de 500°, après avoir fondu, sans se déshydrater, à 375°.

Ce n'est qu'à 540°, dans le courant d'hydrogène, qu'il cède de l'eau. Après 7 ou 8 heures, on aboutit à une nouvelle limite qui correspond à un oxyde *presque* anhydre. Sa composition varie un peu suivant la vitesse du courant d'hydrogène et est comprise entre $SrO + 0,22H^2O$ et $SrO + 0,06H^2O$.

La moyenne serait $SrO + 0,14H^2O$.

Il est probable qu'il se forme des mélanges de divers hydrates condensés, ayant des tensions de dissociation assez voisines, et que plusieurs auteurs ont considérés comme SrO anhydre.

En réalité il est impossible de dépasser $SrO + 0,06H^2O$, à 540° et même à 700°. Pour avoir la strontiane rigoureusement anhydre, il faut élever la température à 850° et prolonger l'expérience pendant plusieurs heures.

L'oxyde anhydre est une masse blanche volumineuse, amorphe.

II. *Baryte*. — Les phénomènes sont, au début du moins, assez analogues.

Dans le vide sec à froid, on obtient, au bout de 10 jours, le bihydrate $BaO, 2H^2O$, mais cette fois c'est une limite véritable; son poids ne varie plus lorsqu'on prolonge l'expérience pendant plusieurs semaines.

Le même bihydrate s'obtient encore à $+45°$ dans le courant d'hydrogène. Il faut environ 15 heures pour obtenir un poids constant et la composition est alors $BaO + 2H^2O$.

A 90°-95°, dans le courant d'hydrogène, en partant soit du bihydrate, soit de $BaO, 9H^2O$, on prépare en quelques heures le monohydrate BaO, H^2O, dont le poids reste ensuite constant.

Ce monohydrate fond à 325°, mais sans changer de composition.

On peut ensuite le chauffer jusqu'à plus de 600° sans qu'il se modifie. Ce n'est qu'à 660° qu'une nouvelle élimination d'eau se produit, très lente d'ailleurs, mais il faudrait plusieurs journées pour préparer l'oxyde anhydre qu'on obtient en 2 ou 3 heures si l'on porte la température à 780°.

Dans le cas de la baryte, il ne semble pas se produire de composés inter-

médiaires entre le monohydrate et l'oxyde anhydre. Il n'y a pas d'arrêt dans la déshydratation.

III. *Déterminations calorimétriques.* — La dissolution directe de ces composés dans l'eau étant trop lente, j'ai dû les dissoudre dans l'acide chlorhydrique étendu, en tenant compte des chaleurs de neutralisation.

J'ai trouvé ainsi, pour la chaleur de dissolution dans l'eau, à + 15° (SrO dans 20^l et BaO dans 12^l) :

	Cal		Cal
$SrO + 9H^2O$.....	− 14,27 (1)	$BaO + 9H^2O$.....	− 14,50 (2)
$SrO + 2H^2O$.....	+ 5,26	$BaO + 2H^2O$.....	+ 7,06
$SrO + H^2O$......	+ 10,33 (1)	$BaO + H^2O$......	+ 11,40 (2)
$SrO + 0,14H^2O$..	+ 26,10		
SrO.............	+ 29,76 (3)	BaO.............	+ 35,64

D'où l'on déduit, pour *une* molécule d'eau liquide fixée :

				Cal
sur	$SrO + 2H^2O$	pour donner :	$SrO + 9H^2O$.....	+ 2,79
»	$SrO + H^2O$	»	$SrO + 2H^2O$.....	+ 5,06
»	$SrO + 0,14H^2O$	»	$SrO + H^2O$......	+ 18,34
»	SrO	»	$SrO + 0,14H^2O$..	+ 26,14
»	$BaO + 2H^2O$	»	$BaO + 9H^2O$.....	+ 3,08
»	$BaO + H^2O$	»	$BaO + 2H^2O$.....	+ 4,34
»	BaO	»	$BaO + H^2O$......	+ 24,24

IV. *Discussion.* — Ces résultats expliquent d'abord un fait qui surprend à première vue : c'est que le passage de $SrO + H^2O$ à SrO (bien qu'il corresponde seulement à 29,76 − 10,33, soit $19^{Cal},43$) est en réalité plus difficile que le passage de $BaO + H^2O$ à BaO, lequel donne $24^{Cal},24$. Cette anomalie est due à ce que, pour la baryte, le phénomène a lieu sans intermédiaire, tandis que la strontiane fournit d'abord plus facilement un ou plusieurs hydrates (voisins de $SrO + 0,14H^2O$), dont la déshydratation complète exige ensuite une température plus élevée.

La composition de ces hydrates intermédiaires montre d'ailleurs que ce sont des hydrates condensés. Par suite il est très probable que la strontiane anhydre n'est pas SrO, mais $(SrO)^x$, et par analogie on doit admettre aussi que la baryte est $(BaO)^{x'}$, c'est-à-dire un polymère de BaO.

(1) Berthelot avait trouvé : − 14,60 et + 10,10; Thomsen : − 14,64 et + 11,64.

(2) Berthelot avait trouvé : − 14,10 et + 10,30; Thomsen : − 15,21 et + 12,26.

(3) Ce nombre doit être substitué, après correction, à celui que j'ai publié antérieurement : $+ 30^{Cal},80$ (*Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 217).

Bien plus, ces mêmes données montrent que la condensation commence déjà à des températures relativement basses et s'effectue progressivement pour les deux bases.

Ainsi les nombres 2,79 et 3,08, très voisins d'ailleurs, ne sont pas *normaux*, en ce sens qu'ils indiquent que les deux hydrates à $9H^2O$ devraient se dissocier respectivement à + 142° et + 152° C. Or il est certain que la température de dissociation réelle est beaucoup plus basse, environ + 102° et + 107° d'après les expériences de M. Lescœur (¹). L'écart, de 40° à 45°, ne peut s'expliquer que par une condensation endothermique de la molécule, lorsque ces hydrates à $9H^2O$ se changent en hydrates à $2H^2O$.

Pour le passage suivant, de 2 à $1H^2O$, le même raisonnement conduit à la même conclusion : nouvelle condensation endothermique dans les deux cas. En réalité, les hydrates que nous appelons *normaux*, parce que leurs plus simples formules peuvent s'écrire $M(OH)^2$, sont des polymères produits avec absorption de chaleur aux dépens des hydrates à $2H^2O$ déjà polymérisés.

Et il est probable que les mêmes phénomènes se poursuivent encore pour aboutir à SrO ou BaO, avec ou sans formation d'hydrates extraordinaires, de sorte que ces oxydes seraient $(SrO)^n$ et $(BaO)^{n'}$, bien que la discussion devienne plus difficile dans ce cas, les calculs étant de moins en moins certains à ces températures élevées.

Il est certain d'ailleurs que, lorsque l'hydrate de chaux ordinaire $CaO + H^2O$ se transforme en CaO, des phénomènes analogues se produisent. La température de dissociation de cet hydrate, calculée d'après sa chaleur de formation $(+15^{Cal},1)$, serait en effet de + 552° C., tandis que l'expérience directe a donné à M. Le Chatelier + 450° environ, soit un écart de 100° à peu près, qui correspond à une condensation endothermique de 3^{Cal} pour CaO.

La manière dont se comportent tous ces oxydes anhydres en présence du gaz carbonique (carbonates basiques de Raoult) confirme d'ailleurs ces conclusions. Je compte y revenir prochainement.

Plus généralement ces faits rappellent la condensation des hydrates de ZnO, de SiO^2, de Al^2O^3, les résultats obtenus par MM. Wyrouboff et Verneuil avec les oxydes des métaux rares, etc.

(¹) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6ᵉ série, t. XIX, 1890, p. 65.

Ainsi que le disait dès 1879 M. Henry, la plupart des oxydes métalliques que nous connaissons sont des oxydes condensés.

Il y a lieu de croire, pour les oxydes des métaux polyvalents au moins, que ces condensations progressives, avec déshydratation partielle, se produisent par un mécanisme analogue à celui de la formation des anhydrides et des éthers, ou bien des hydrates de carbone de la Chimie organique.

M. H. **Le Chatelier** fait hommage à l'Académie de l'Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre : *Leçons sur le carbone, la combustion, les lois chimiques, professées à la Faculté des Sciences de Paris.*

PRÉSENTATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devra être présentée à M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie pour la Chaire de Chimie générale dans ses rapports avec l'Industrie, vacante au Conservatoire national des Arts et Métiers par la démission de M. *Jungfleisch.*

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de première ligne, le nombre des votants étant 27,

M. Job obtient 25 suffrages.

Il y a 2 bulletins blancs.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de seconde ligne, le nombre des votants étant 26,

M. Brunel obtient 25 suffrages.

Il y a 1 bulletin blanc.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie comprendra :

En première ligne . . . . M. **Job**
En seconde ligne . . . . M. **Brunel**

CORRESPONDANCE.

M. le **Recteur de l'Université de Berne** invite l'Académie à se faire représenter à l'inauguration du monument érigé en l'honneur d'*Albert de Haller* et aux fêtes destinées à commémorer le deux-centième anniversaire de la naissance du célèbre physiologiste.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Traité de l'alimentation et de la nutrition à l'état normal et pathologique, par le Dr E. Maurel. (Présenté par M. Bouchard.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Remarques sur la Note de M.* Lebedew : *La dispersion apparente de la lumière dans l'espace interstellaire.* Note (1) de M. **G.-A. Tikhoff**, présentée par M. Deslandres.

La Note de M. Lebedew sur la dispersion apparente dans l'espace cosmique est toute récente (*Comptes rendus*, t. CXLVI, 15 juin 1908, p. 1254); elle peut être ramenée aux quatre points suivants :

1° Si l'on explique les observations de M. Nordmann et les miennes par la dispersion cosmique, on la trouve comparable à la dispersion de l'air atmosphérique à 7^{mm} de pression et à 0° C.;

2° L'explication par la dispersion n'est pas admissible, parce qu'elle est contraire aux théories régnantes;

3° Il est possible de donner une autre explication basée sur les propriétés physiques des étoiles variables;

4° La méthode de l'observation des minima dans les rayons différents ne peut pas servir à la recherche de la dispersion.

---

(1) Présentée dans la séance du 13 juillet 1908.

Pour estimer la valeur de ces objections (¹), je suis conduit à présenter les résultats que je viens d'obtenir à Poulkovo sur la parallaxe de l'étoile RT Persée, et à préciser les idées qui m'ont guidé dans les recherches sur la dispersion cosmique.

I. M. Kostinsky a bien voulu préparer, sur ma demande, au moyen de l'astrographe de 13 pouces de Poulkovo, une épreuve pour la détermination de la parallaxe de RT Persée, par la méthode de M. Kapteyn, avec deux images, à chacune des époques suivantes : 13 février, 5 et 11 septembre 1907, 24 février 1908.

J'ai mesuré sur cette épreuve 123 étoiles et j'en ai choisi 41 qui sont toutes plus faibles que RT Persée au maximum. Pour l'erreur moyenne d'une parallaxe de ces 41 étoiles de comparaison, j'ai obtenu $\pm 0'',028$. Trois mesures de RT Persée ont donné les valeurs suivantes de sa parallaxe :

$$-0'',036; \quad -0'',030; \quad -0'',039.$$

En adoptant, pour son erreur moyenne, la valeur $\pm 0'',028 : \sqrt{3} = \pm 0'',016$, on obtient ainsi

$$\pi = -0'',035 \pm 0'',016.$$

L'erreur systématique ne peut pas dépasser quelques centièmes de seconde d'arc, parce que l'éclat de la variable diffère peu de celui des étoiles de comparaison (de 0,3 à 1,4 grandeur).

Il en résulte que la parallaxe de RT Persée est insensible. On peut donc adopter pour cette variable, qui est au maximum de la dixième grandeur, la distance moyenne des étoiles de cette grandeur, ce qui fait, d'après M. Kapteyn, 740 années de lumière. Or j'ai trouvé que le décalage entre les minima de $430^{\mu\mu}$ et $560^{\mu\mu}$ est de 4 minutes, ou, en passant aux ondes individuelles, 80 secondes. La différence des vitesses de ces rayons, si le décalage en question était dû à la dispersion cosmique, serait donc

$$\frac{80}{740 . 365 \times 24 \times 60 \times 60} \quad \text{ou} \quad \frac{1}{3 . 10^8}$$

de la vitesse de la lumière, ou 1^m par seconde. Or la différence des vitesses de ces rayons dans l'air égale 870^m par seconde.

(¹) Déjà, en 1906, M. Lebedew a présenté des objections à l'explication simple de la dispersion cosmique présentée par Belopolski et Tikhoff, pour les décalages observés sur β Cocher par la méthode spectrale. M. Lebedew les attribuait à une différence de pression qui s'établit sur chaque composante dans la partie tournée vers l'autre composante et dans la partie diamétralement opposée. L'objection de Lebedew et la réponse de Belopolski ont été publiées en russe dans le *Bulletin de l'Académie de Saint-Pétersbourg* (1906).

Voilà donc une étoile qui ne donne déjà que 0,001 de la dispersion atmosphérique pour le milieu interstellaire. D'ailleurs, l'incertitude dans la parallaxe et les erreurs possibles des décalages trouvés conduisent à considérer ces comparaisons comme seulement provisoires.

2. L'histoire des travaux sur la dispersion donne la conviction absolue que l'idée de l'absence de la dispersion dans l'éther (ou, plus exactement, dans le milieu interstellaire) a son origine dans les observations astronomiques. Pour ne citer cette fois qu'un exemple, je donne l'extrait suivant du Livre de Lord Kelvin : *Baltimore Lectures* (London, 1904, p. 11) :

« We know the luminiferous ether better than we know any other kind of matter in some particulars. We know it for its elasticity; we know it in respect to the constancy of the velocity of propagation of light for different periods. Take the eclipses of Jupiter's satellites or something fare more telling yet, the waxings and wanings off self-luminous stars.... These phenomena prove to us with tremendously searching test, to an excessively minute degree of accuracy, the constancy of the velocity of propagation of all the rays of visible light through the luminiferous ether. »

Il est donc très important d'entreprendre des observations de plus en plus précises sur la dispersion cosmique et les propriétés des rayons lumineux dans le milieu interstellaire. En fait le problème de la dispersion cosmique n'est pas encore résolu définitivement, et d'autre part la théorie de la lumière n'a pas encore dit son dernier mot.

3. En ce qui concerne l'explication des décalages observés, donnée par M. Lebedew, je dois remarquer d'abord que nous envisageons la question de façon très différente.

A mon avis, le nombre des étoiles observées et des régions étudiées dans leur spectre n'est pas encore assez grand pour permettre une critique utile; et il me semble prématuré d'imaginer des explications plus ou moins arbitraires des faits en question. Si d'ailleurs l'explication de M. Lebedew était juste en principe, on pourrait l'appliquer avec le signe contraire et admettre aussi justement que l'influence de l'asymétrie de l'atmosphère du satellite diminue l'effet dû à la dispersion et que les décalages observés sont plus petits que ceux dus à l'influence de la dispersion.

D'autre part, si l'explication de M. Lebedew était applicable aux étoiles RT Persée, Algol et λ Taureau, où une éclipse est certaine, il en faudrait imaginer d'autres pour W Grande Ourse (avec la variation continue de l'éclat) et pour β Cocher, observée spectroscopiquement.

4. La dernière objection de M. Lebedew est la plus facile à écarter. Il est possible, dans certains cas, de reconnaître et de séparer des influences différentes dont nous observons seulement la somme algébrique.

Il y a deux propriétés importantes des décalages qui proviendraient de la dispersion cosmique : 1° ces décalages doivent être proportionnels aux distances des étoiles; 2° pour chaque étoile, ils devraient se représenter par une fonction continue de la longueur d'onde, la même pour toutes les étoiles. (Nous laissons pour le moment de côté les inégalités possibles dans les différentes parties de l'espace.) Ainsi on peut indiquer dès maintenant les difficultés de concilier les décalages trouvés au point de vue de la dispersion. D'après les parallaxes, il est presque certain que RT Persée est plus distante de nous que Algol, tandis que, d'après les décalages des minima, RT Persée devrait être trois fois plus près que Algol.

On voit donc déjà qu'il y a là une influence différente de la dispersion, mais il convient surtout, non de rechercher les explications, mais d'augmenter le nombre et la précision des observations.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces réglées.* Note de M. **Tzitzéica**.

M. Demoulin vient de faire une Communication intéressante sur les surfaces réglées. Comme j'étudie depuis quelque temps les lignes flecnodales de ces surfaces, je demande la permission à l'Académie de faire quelques remarques concernant les résultats de M. Demoulin.

1. Le théorème de M. Demoulin, relatif au centre de l'hyperboloïde osculateur à une surface réglée ayant une ligne flecnodale plane à l'infini, est un cas particulier du suivant :

Soient S une surface réglée, g une de ses génératrices rectilignes, H l'hyperboloïde osculateur à S le long de g, C_f une branche de la ligne flecnodale de S, F le point flecnodal de cette ligne sur g, P le point de l'arête de rebroussement de la surface développable circonscrite à S le long de C_f et qui correspond à F. Alors, P *est le pôle par rapport à* H *du plan osculateur en* F *de* C_f.

L'énoncé est long, mais les éléments géométriques qui s'y présentent sont simples et clairs.

2. Parmi les surfaces à cône directeur, qui admettent comme lignes flecnodales la ligne de striction et la courbe de l'infini de chaque surface, dont parle M. Demoulin dans sa Note, il y a une classe remarquable, celle des surfaces réglées dont le cône directeur est de révolution. J'ai démontré qu'une telle surface est un hélicoïde réglé ordinaire, engendré par une droite

soumise à un mouvement hélicoïdal autour d'un axe et non perpendiculaire à cet axe.

Il est intéressant de voir que cette propriété caractéristique de l'hélicoïde ordinaire remplace la définition métrique habituelle par une définition projective. En effet, les faits qu'une des branches de la ligne flecnodale est une courbe plane à l'infini, que l'autre branche est la ligne de striction de la surface, enfin que le cône directeur de la surface est de révolution, sont des propriétés projectives en relation particulière avec le cercle imaginaire de l'infini.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions algébriques de deux variables.* Note [1] de M. H.-W.-E. JUNG, présentée par M. E. Picard.

Considérons un domaine algébrique K défini par l'équation

$$F(x, y, z) = 0 \tag{1}$$

de degré n en z. A chaque courbe irréductible $\mathfrak{A}$ sur la surface (1), on adjoint un diviseur premier $\mathfrak{A}$ [2].

Un diviseur est entier, si tous ses diviseurs premiers ont des exposants positifs. On appelle en outre *diviseur de ramification* le produit de tous les diviseurs premiers de ramification, chacun pris avec la puissance égale à son ordre, et on le désignera par $\mathfrak{Z}$. Nous supposons dans ce qui suit, pour abréger, qu'il n'y ait qu'une seule courbe de ramification et que ses points multiples soient de telle sorte que les courbes adjointes sont identiques avec les courbes sous-adjointes. Soient $\mathfrak{A}$ un diviseur premier et $A(x, y) = 0$ la projection de la courbe $\mathfrak{A}$ sur le plan de x, y. Si $A(x, y)$ est du degré a, b en x, y et si f points de $\mathfrak{A}$ correspondent à un point de $A = 0$, nous appelons f le degré, (a, b) l'ordre et (fa, fb) le rang de $\mathfrak{A}$. Soit $\mathfrak{Q} = \mathfrak{A}_1^{\alpha_1}\mathfrak{A}_2^{\alpha_2}\ldots\mathfrak{A}_r^{\alpha_r}$ un diviseur quelconque et soient f_i le degré, $(a_i b_i)$ l'ordre du diviseur premier $\mathfrak{A}_i$. Nous appelons alors $(\Sigma\alpha_i f_i a_i, \Sigma\alpha_i f_i b_i)$ le rang de $\mathfrak{Q}$. En particulier, soit (σ_1, σ_2) le rang du diviseur $\mathfrak{Z}$. Dans ce qui suit le symbole $(\mathfrak{Q}_1, \mathfrak{Q}_2)$ signifie un nombre ne dépendant que des deux diviseurs $\mathfrak{Q}_1$, $\mathfrak{Q}_2$.

---

[1] Présentée dans la séance du 6 juillet 1908.

[2] HENSEL, *Ueber eine neue Theorie der algebraischen Funktionen zweier Variablen* (*Acta mathematica*, t. XXIII, 1900, p. 339-416).

On compte deux diviseurs dans la même classe, si leur quotient est une fonction de K.

C'est le nombre des diviseurs *entiers* linéairement indépendants d'une classe qu'on appelle *la dimension de la classe*. Nous désignerons la dimension d'une classe $(\mathfrak{Q})$ par $\{\mathfrak{Q}\}$.

Soient $\mathfrak{Q}$ un diviseur et (q_1, q_2) son rang. Soient de plus $\mathfrak{L}$ le dénominateur de x et $\mathfrak{M}$ celui de y. On trouve

$$(2)\qquad \left\{ \begin{aligned} \left\{\frac{\mathfrak{L}^{\lambda}\mathfrak{M}^{\mu}}{\mathfrak{Q}}\right\} &= n(\lambda+1)(\mu+1) - (\lambda+1)\left(\frac{w_2}{2}+q_2\right) \\ &\quad - (\mu+1)\left(\frac{w_1}{2}+q_1\right) + \frac{1}{2}(\mathfrak{Q},\mathfrak{Q}) + \frac{1}{2}(\mathfrak{Q},\mathfrak{Z}) + k + \varepsilon, \end{aligned} \right.$$

où k est une constante du domaine K. Dans cette formule le nombre ε est nul, si simultanément

$$\lambda > q_1 + w_1 - 2, \qquad \mu > q_2 + w_2 - 2.$$

Ce dernier résultat provient de la circonstance que, autrement, le théorème correspondant des fonctions algébriques d'une seule variable ne serait pas vrai. C'est un résultat qui est identique avec un théorème que M. Picard a démontré par une voie détournée [1], d'après lequel les adjointes d'une surface d'ordre m, qui sont d'ordre supérieur ou égal à $m-2$, donnent sur un plan arbitraire le système complet des adjointes du même ordre de la section plane.

Le genre géométrique dérive de (2) pour $\lambda = \mu = -2$, $\mathfrak{Q} = \mathfrak{Z}^{-1}$; il est donc, si nous désignons le nombre ε correspondant par $\delta - 1$,

$$p_g = \{\mathfrak{Z}^{-1}\mathfrak{L}^{-2}\mathfrak{M}^{-2}\} = n - \frac{w_1}{2} - \frac{w_2}{2} + k + \delta - 1.$$

Le nombre δ représente le nombre des différentielles totales linéairement indépendantes de première espèce de M. Picard. Nous avons donc, pour le genre numérique,

$$p_a = p_g - \delta = n - \frac{w_1}{2} - \frac{w_2}{2} + k - 1.$$

Le nombre δ a encore une autre signification. Soient $\mathfrak{A}$ un diviseur premier, $\mathfrak{A}$ le produit de ses conjuguées.

---

(1) E. PICARD, *Sur les fonctions algébriques de deux variables indépendantes* (*Journal de Crelle*, t. 129, p. 275) et *Théorie des fonctions algébriques de deux variables*, t. II, p. 438.

Toutes les fonctions de la forme

$$\Psi_{\lambda\mu} = \frac{\mathfrak{G}\,\mathfrak{A}}{\mathfrak{Z}\,\mathfrak{L}^{\lambda}\,\mathfrak{M}^{\mu}} \qquad (\text{où } \mathfrak{G} \text{ est un diviseur entier}),$$

qui deviennent nulles d'un ordre convenable pour ces points de $\mathfrak{A}$ correspondant aux points multiples de $A = 0$, sont des fonctions adjointes au diviseur premier $\mathfrak{A}$.

Pour la courbe gauche $\mathfrak{A}$, les différentielles

$$\Psi_{\lambda\mu} \frac{dx}{\frac{\partial A}{\partial y}} = \Psi_{\lambda\mu} \frac{dy}{\frac{\partial A}{\partial x}}$$

ne deviennent infinies que pour x, y infinis, de l'ordre $\lambda - a + 2 = \lambda'$, $\mu - b + 2 = \mu'$.

Soient $r_{\lambda'\mu'}$ le nombre des différentielles de cette sorte linéairement indépendantes, et $\overline{r_{\lambda'\mu'}}$ le nombre des fonctions $\Psi_{\lambda\mu}$ linéairement indépendantes *relativement à la courbe* $\mathfrak{A}$. En posant

$$r_{\lambda'\mu'} - \overline{r_{\lambda'\mu'}} = \delta_{\lambda\mu}(\mathfrak{A}),$$

je trouve, conformément au résultat de M. Picard,

$$\delta_{00}(\mathfrak{A}) = \delta, \qquad \delta_{\lambda'\mu}(\mathfrak{A}) = 0 \qquad (\text{pour } \lambda' > 0,\ \mu' > 0).$$

Nous pouvons écrire (2) sous la forme suivante : Soient F un diviseur et (t_1, t_2) son rang. Alors on a pour $t_1 > w_1 - 2$, $t_2 > w_2 - 2$

$$\{F\} = \tfrac{1}{2}(F, F) - \tfrac{1}{2}(F, \mathfrak{Z}) + t_1 + t_2 + p_n + 1.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les points d'équilibre d'un fluide en mouvement*. Note de M. Popovici, transmise par M. Painlevé.

La présente Note est une contribution à l'étude des équations différentielles et des conditions initiales qui donnent aux coefficients différentiels la forme $\frac{0}{0}$. Mais, pour plus de clarté, je regarderai ces équations comme définissant les mouvements permanents d'un fluide *autour d'une position où la vitesse s'annule* (qu'on appelle *position d'équilibre*), les composantes de la vitesse étant supposées connues en chaque point x, y, z. Je me suis servi

des théorèmes de MM. Poincaré (¹) et Liapounoff (²) sur la stabilité, et j'ai abordé aussi l'étude d'un cas de doute qui a été traité par M. Painlevé (³) pour quatre équations canoniques (deux variables avec fonction de forces). C'est le cas de deux racines imaginaires pures *avec* une racine nulle, qui n'est pas traité dans l'admirable et grand Mémoire de M. Liapounoff publié récemment (*Annales de Toulouse*), et qui est très intéressant comme étant le seul cas de stabilité pour les fluides à densité analytique et non nulle : la stabilité doit être entendue en ce sens qu'une particule du fluide qui est voisine de la position d'équilibre à l'instant t_0 en reste indéfiniment voisine.

Supposons un tel fluide soumis à un régime permanent. La première chose qu'on se demande est le nombre des positions d'équilibre dans une région R. Ce nombre sera donné par le résidu de l'intégrale de Kronecker si la région R n'est pas coupée par la surface $s = \frac{D(u, v, w)}{D(x, y, z)} = 0$, u, v, w désignant les vitesses supposées analytiques. Supposons que l'origine soit une position d'équilibre. On aura

$$\frac{dx}{dt} = ax + by + cz + \ldots, \qquad \frac{dy}{dt} = a'x + b'y + c'z + \ldots,$$
$$\frac{dz}{dt} = a''x + b''y + c''z + \ldots.$$

Parmi nos résultats, nous allons énoncer ces théorèmes :

1. *Toutes les positions d'équilibre d'un liquide ou d'un gaz à densité analytique et non nulle sont* INSTABLES, sauf celles qui peuvent se trouver sur la surface $s = 0$.

2. *Le mouvement général d'un liquide* (ou gaz de la nature indiquée) *ne peut jamais être développé en série de produits de puissances* $\alpha_1 e^{\lambda_1 t}$, $\alpha_2 e^{\lambda_2 t}$, $\alpha_3 e^{\lambda_3 t}$, *les* α *étant tous différents de zéro.*

Ces deux propositions résultent de ceci : que la somme des racines de l'équation déterminante $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3$ doit être nulle si la densité ne s'annule pas.

(¹) *Journal de Liouville*, 1881, 1882, 1885.

(²) *Id.*, 1897. — *Annales de Toulouse*, 1907.

(³) Voir plusieurs Notes : *Comptes rendus*, 1897 et 1905. Pour les équations de Lagrange, voir le Mémoire de M. Bohl (*Journal de Crelle*, 1904).

3. *Il existe quelques trajectoires particulières stables* [1] qu'on obtient en prenant $\alpha_i = 0$ pour $|e^{\lambda_i t}| > 1$.

4. *Lorsqu'il existe un potentiel des vitesses toutes les positions d'équilibre sont instables*, car, le tourbillon à l'origine étant nul, les solutions de l'équation déterminante seront réelles et n'auront pas le même signe (on suppose $a, b, c, \ldots, c'' \neq 0$).

Reste à étudier le cas de doute. C'est celui où l'équation déterminante a une racine nulle. Dans ce cas, $s = |abc| + \ldots$ s'annule aussi à l'origine. Il y aura une droite, l'axe des tourbillons, qui, pour les positions d'équilibre, joue un rôle double [2]. Nous avons deux cas à distinguer :

1° $\Sigma b'c'' - c'b'' < 0$. On aura *instabilité*. L'origine jouera le rôle analogue à un col.

2° $\Sigma b'c'' - c'b'' > 0$. Les racines seront imaginaires pures. Nous pouvons, par une transformation linéaire, obtenir un mouvement de la forme

$$\frac{dx}{dt} = -y + \ldots, \quad \frac{dy}{dt} = x + \ldots, \quad \frac{dz}{dt} = a''x^2 + b''y^2 + c''z^2 + \ldots + 2f''xy + \ldots$$

qui, en tenant compte des termes du premier ordre seulement, nous donnera encore le mouvement d'un liquide, dont le tourbillon à l'origine sera $\xi = \eta = 0$, $\zeta = 1$, mais qui, en tenant compte des termes d'ordre supérieur, peut représenter le mouvement d'un fluide dont la densité peut même s'annuler.

On peut chercher s'il y a de petites surfaces holomorphes F jouant le rôle d'un vase enfermant le fluide sur les parois duquel s'écoulent les filets.

On constate que $c'' = 0$ est une condition nécessaire de l'existence de ces surfaces fermées et qu'elles auront la forme

$$\varepsilon = x^2 + y^2 + cz^2 + F_3 + F_4 + \ldots;$$

c sera déterminé en même temps que F_3. Soit $c > 0$. Si l'on peut calculer la suite des F convergente, l'origine sera un *centre* et l'on aura stabilité à la Poincaré et Poisson (stabilité réversible, trajectoires *fermées*, parcourues *périodiquement*).

---

(1) Nous considérons la stabilité à la Liapounoff (seulement pour t croissant).

(2) Pour les racines communes, multiples, à plusieurs équations, voir les Notes de MM. Davidoglou et Tzitzéica (*Comptes rendus*, 1901) et Picard (*Analyse*, t. II, 1905, p. 214).

Dans le cas contraire, on sera arrêté après un terme F_m, qu'il soit de rang pair ou impair. Suivant que $m = 2n$ ou $m = 2n - 1$, on pourrait déterminer F_{2n+1} ou F_{2n} tel que

$$\frac{d(F_2 + \ldots + F_{2n+1})}{dt} = z P_{2n} + z^3 P_{2n-1} + \ldots + z^{2n+1} P_0 + \ldots,$$

$$\frac{d(F_2 + \ldots + F_{2n})}{dt} = k P_{2n} + z^2 P_{2(n-1)} + \ldots + z^{2n} P_0 \quad + \ldots,$$

les P étant des polynomes homogènes en x et y de degré égal à leur indice. Les termes de degré impair en x et y pourront toujours être réduits. Soit $m = 2n - 1$. Si le cône $kP_{2n} + z^2 P_{2n-1} + z^{2n} P_0 = 0$ est imaginaire, *et cela peut toujours se voir par la discussion d'une équation numérique*, car on peut rendre $P_{2n-k} = r^{2n-k}$ ($r^2 = x^2 + y^2$) après cette opération, si l'on trouve $k < 0$, on aura *stabilité* [1]; si $k > 0$, instabilité (ce cas n'arrive pas pour les liquides). Si le cône est réel ou si $m = 2n$, on aura en général des trajectoires stables et instables qu'on pourrait séparer.

Voici un exemple où l'on aura toutes les solutions stables. Supposons qu'on soit arrêté au terme F_3. On peut déterminer $F = \varepsilon = x^2 + y^2 + cz^2 + F_3$ tel que

$$\frac{d(F_2 + F_3)}{dt} = -2z[(ca' + 2e)x^2 + (cb'' + 2d')y^2] + \ldots.$$

Supposons que $a''x^2 + \ldots + 2f''xy$ soit une forme quadratique négative et que $-\frac{e}{a''} = c_1$ et $-\frac{d'}{b'} = c_2$ soient positifs et différents. Si z_0 est négatif, le mobile descend lentement tout en restant à l'intérieur de la petite surface ellipsoïdale $\varepsilon = x^2 + y^2 + c_1 z^2 + F_3$ et à l'extérieur de la petite surface $\varepsilon = x^2 + y^2 + c_2 z^2 + F_3$, $c_1 < c_2$. Si z_0 est positif, l'inverse arrive; le mobile, s'approchant du plan xOy, pourra le traverser, pour s'approcher de l'axe des z négatifs. Le fluide s'allongera, formant un petit cornet autour de l'axe Oz.

---

[1] Il ne peut pas exister de cycles limites $F_2 + \ldots + F_{2n} = a \neq 0$ à l'intérieur de tout ellipsoïde $x^2 + y^2 + cz^2 = \varepsilon$ ni même à l'extérieur à toute distance finie. L'origine sera un foyer.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les solutions périodiques d'une équation fonctionnelle linéaire.* Note de M. **Ernest Esclangon**, transmise par M. Painlevé.

Dans une précédente Note ([1]) j'ai montré que l'équation fonctionnelle

$$(1) \qquad \theta(x+na)+\text{A}_1\theta[x+(n-1)a]+\ldots+\text{A}_n\theta(x)=\varphi(x),$$

où θ est la fonction inconnue, $\text{A}_1, \ldots, \text{A}_n$ des constantes, $\varphi(x)$ une fonction de *période b incommensurable avec a*, admet toujours une solution périodique de période b et une seule lorsque l'équation algébrique

$$(2) \qquad r^n+\text{A}_1 r^{n-1}+\ldots+\text{A}_n=0$$

n'admet aucune racine de module égal à l'unité.

Si l'équation (2) admet une racine ρ telle que $|\rho|=1$, la recherche d'une solution $\theta(x)$ périodique se ramène à celle d'une fonction $\lambda(x)$ telle que

$$\lambda(x+a)-\rho\lambda(x)=\psi(x),$$

où $\psi(x)$ est une fonction connue de période b.

Parmi les équations de cette dernière forme, celles où $\rho=\pm 1$ jouent un rôle prépondérant et se ramènent d'ailleurs l'une à l'autre.

Envisageons donc l'équation ([2])

$$(3) \qquad \theta(x+a)-\theta(x)=\varphi(x),$$

dans laquelle on ne fait d'autre hypothèse que la *continuité* de la fonction donnée $\varphi(x)$, supposée périodique de période b. Nous nous bornons d'autre part aux solutions θ continues.

Deux cas seulement peuvent se présenter : *ou bien toutes les solutions θ sont bornées, ou bien toutes sont illimitées*, puisque deux solutions quelconques diffèrent seulement d'une fonction de période a.

Il est intéressant de savoir si, dans le premier cas, il n'existe pas une solution périodique, auquel cas toute solution θ est de la forme

$$\theta=u(x)+v(x).$$

([1]) *Comptes rendus*, 20 janvier 1908.

([2]) Ce problème a été envisagé dans le cas des fonctions analytiques et notamment des fonctions entières.

u étant une fonction quelconque de période a, v une fonction déterminée de période b qui a nécessairement pour expression

$$v(x) = -\lim_{n=\infty} \frac{n\varphi(x) + (n-1)\varphi(x+a) + \ldots + \varphi[x+(n-1)a]}{n}.$$

Je me propose d'établir les deux propositions suivantes :

1° *S'il existe une solution bornée* R(x), uniformément continue *dans l'intervalle* $-\infty$ à $+\infty$, *il existe une solution périodique.*

2° *Dans tous les cas, lorsque les solutions sont bornées, l'intégrale indéfinie de toute solution* $\theta(x)$ *se met sous la forme*

$$U(x) + V(x) + kx \qquad (k = \text{const.}),$$

U *étant une fonction de période* a, V *une fonction de période* b.

En effet : 1° si R(x) est uniformément continue dans l'intervalle $-\infty$ à $+\infty$, les fonctions

$$v_n(x) = \frac{R(x) + R(x+b) + \ldots + R[x+(n-1)b]}{n}$$

sont *limitées dans leur ensemble* et *également continues* [1]. D'après un théorème de M. Arzela, elles admettent donc au moins une fonction limite continue $v(x)$. Les fonctions v_n satisfaisant toutes à l'équation (3), il en est de même de $v(x)$. De plus, $v(x)$ *est périodique et de période* b *puisque* R(x) est bornée. $v(x)$ a donc nécessairement pour expression

$$v(x) = -\lim_{n=\infty} \frac{n\varphi(x) + (n-1)\varphi(x+a) + \ldots + \varphi[x+(n-1)a]}{n},$$

ce qui assure l'existence de la limite du second membre de cette formule et montre que les fonctions v_n n'admettent qu'*une fonction limite.*

2° Faisons la seule hypothèse que R(x) est bornée. On en conclut que les fonctions

$$\varphi_n(x) = \varphi(x) + \varphi(x+a) + \ldots + \varphi[x+(n-1)a]$$

sont bornées dans leur ensemble. Cette condition exige que $\varphi(x)$ ait une

---

[1] Suivant une notion introduite par Ascoli dans l'étude des ensembles de fonctions.

moyenne nulle. Si l'on pose alors

$$\Phi(x) = \int_0^x \varphi(x) + C.$$

on peut déterminer C de façon que $\Phi(x)$, qui est périodique, ait une moyenne nulle également. Dans ces conditions, les fonctions

$$\Phi_n(x) = \Phi(x) + \Phi(x+a) + \ldots + \Phi[x + (n-1)a]$$

sont bornées également dans leur ensemble, comme on le voit aisément [1]. On en conclut immédiatement que les fonctions périodiques

$$V_n(x) = -\frac{\Phi_1 + \Phi_2 + \ldots + \Phi_n}{n} = -\frac{n\Phi(x) + (n-1)\Phi(x+a) + \ldots + \Phi[x+(n-1)a]}{n},$$

bornées dans leur ensemble ainsi que leurs dérivées, sont *également continues* et admettent au moins une fonction limite V. Cette fonction est périodique et satisfait à la relation

$$V(x+a) - V(x) = \Phi(x).$$

On en conclut que toute solution Θ de l'équation fonctionnelle

(4) $$\Theta(x+a) - \Theta(x) = \Phi(x)$$

est de la forme $U(x) + V(x)$, U étant une fonction périodique quelconque de période a.

---

(1) On peut écrire en effet

$$\Phi(x + na) = \int_0^x \varphi(x + na)\, dx + c_n,$$

les constantes c_n variant avec n; par suite,

$$\Phi_n = \int_0^x \varphi_n(x)\, dx + \gamma_n \qquad (\gamma_n = \text{const.});$$

mais Φ_n est une fonction périodique à moyenne nulle; on obtient toutes ses valeurs en faisant varier x de o à b.

Puisque $|\varphi_n| < A$, on a

$$\left| \int_0^x \varphi_n(x)\, dx \right| < bA,$$

et, comme Φ_n est à moyenne nulle, il faut que $|\gamma_n| < bA$; par suite, $|\Phi| < 2bA$.

Ceci posé, soit $\theta(x)$ une solution quelconque de (3). Posons

$$\Theta_1 = \int_0^x \theta(x)\,dx,$$

il vient

$$\Theta_1(x+a) = \int_0^x \theta(x+a)\,dx + \int_{-a}^0 \theta(x+a)\,dx = \int_0^x \theta(x+a)\,dx + c';$$

par suite,

$$\Theta_1(x+a) - \Theta_1(x) = \int_0^x [\theta(x+a) - \theta(x)]\,dx + c' = \Phi(x) + c' - c = \Phi(x) + c'',$$

et, si l'on pose enfin

$$\Theta_1 = \Theta + \frac{c''x}{a},$$

il vient

$$\Theta(x+a) - \Theta(x) = \Phi(x),$$

c'est-à-dire que Θ est de la forme U + V, et, par suite,

$$\Theta_1 = \mathrm{U} + \mathrm{V} + \frac{c''}{a}x,$$

U et V désignant deux fonctions périodiques continues de périodes respectives a et b.

MÉCANIQUE. — *Sur le calcul des tensions dans les systèmes articulés à trois dimensions.* Note (¹) de M. B. Mayor, présentée par M. Maurice Levy.

La méthode de Culmann ne permet d'obtenir les tensions dans un système articulé à trois dimensions que dans le cas très spécial où il est possible de diviser ce système en deux parties distinctes à l'aide d'une section qui ne rencontre que six barres sans passer par aucun nœud. Il peut donc y avoir quelque intérêt à signaler une méthode qui comprenne cette dernière comme cas très particulier et qui soit, en conséquence, susceptible d'applications beaucoup plus nombreuses.

Considérons, dans ce but, un système articulé libre dans l'espace et en équilibre sous l'action de forces extérieures concentrées en ses nœuds.

(¹) Présentée dans la séance du 6 juillet 1908.

Admettons qu'il possède un groupe P de p barres, qui seront dites *principales*, satisfaisant aux conditions suivantes :

Il existe n sections $S_1, S_2, \ldots, S_i, \ldots, S_n$ dont chacune divise le système en deux parties distinctes en rencontrant toutes les barres principales. De plus, chaque section telle que S_i rencontre encore un groupe Q_i de q_i barres dites *barres auxiliaires*, les divers groupes Q_i étant supposés n'avoir en commun aucune barre. Sous certaines réserves qui résultent de la suite, il est possible de déterminer géométriquement les tensions des barres principales et auxiliaires, lorsque les nombres p, q_i et n vérifient la relation

$$p + \sum_1^n q_i = 6n. \tag{1}$$

En effet, désignons d'une manière générale par A_i et B_i les deux parties en lesquelles le système se trouve divisé par la section S_i, et, pour préciser ces notations, remarquons que chacune de ces sections sépare les nœuds situés sur les barres principales en deux classes qui ne dépendent pas de l'indice i. Nous admettrons alors que les diverses parties A_i contiennent en commun tous les nœuds de l'une de ces classes; de plus, nous désignerons par F_i le système constitué par les forces extérieures agissant sur A_i. Si l'on applique alors à chacune des sections S_i le raisonnement dont on fait usage dans la méthode de Culmann, on obtient un système de $6n$ équations qui permet, en général, le calcul des tensions des barres principales et auxiliaires, lorsqu'on suppose vérifiée la relation (1). En outre, les considérations suivantes conduisent à une détermination géométrique de ces mêmes tensions.

Tout d'abord on peut admettre que q_i est inférieur ou au plus égal à 5; car, s'il en était autrement, il y aurait avantage à supprimer la section S_i qui introduirait un nombre de tensions auxiliaires supérieur ou égal à celui des équations qu'elle fournit. D'autre part, on peut encore supposer que p est au plus égal à 6. Car, si l'on avait $p > 6$, on voit sans aucune difficulté qu'on pourrait, par exemple, continuer la section S_1 avec chacune des suivantes, de manière à constituer un nouveau système de $(n-1)$ sections conduisant à un ensemble de $6(n-1)$ équations entre des inconnues dont le nombre se trouverait diminué de plus de six unités.

Ces diverses conditions étant supposées remplies, la relation (1) montre que n est au maximum égal à 6, et la détermination géométrique des tensions devient possible.

Les barres du groupe Q_1 peuvent être considérées comme les directrices de q_1 complexes spéciaux définissant, en général, un système linéaire de complexes dont le système complémentaire possède $6-q_1$ termes. Choisissons, dans ce dernier, $6-q_1$ complexes n'appartenant pas à un système dont le nombre de termes soit inférieur à $(6-q_1)$, et répétons cette opération pour chacune des sections S_i. On est ainsi conduit

à définir une suite de complexes que nous désignerons par $\Gamma_1, \Gamma_2, \ldots, (\Gamma_p)$ et dont le nombre est précisément égal à p, d'après la relation (1).

D'autre part, les barres principales peuvent à leur tour être considérées comme les directrices de p complexes spéciaux. Elles définissent donc un système de complexes linéaires à p termes, que nous désignerons par C et qui possède, en général, un complexe et un seul qui se trouve simultanément en involution avec les $(p-1)$ complexes $\Gamma_2, \Gamma_3, \ldots, \Gamma_p$; soit alors Γ'_1 ce complexe. De même, désignons par Γ'_2 le complexe de C qui est en involution avec $\Gamma_1, \Gamma_3, \Gamma_4, \ldots, \Gamma_p$, et ainsi de suite jusqu'à Γ'_p.

Cela posé, imaginons qu'on décompose, ce qu'il est possible de faire d'une manière et d'une seule, chaque système de forces tel que F_i en deux systèmes dont l'un, F'_i, admette Γ'_i pour complexe d'action, et dont l'autre soit en involution avec Γ_i. Si l'on désigne alors par F' le système résultant de tous les F'_i, on peut démontrer sans aucune peine que, pour obtenir les tensions des barres principales, il suffit de décomposer F' suivant ces barres, ce qu'il est toujours possible de faire d'une manière et d'une seule. D'ailleurs, les tensions principales ayant été ainsi déterminées, on en déduit facilement les tensions des barres auxiliaires en considérant séparément chacune des sections S_i.

Je dois encore ajouter que le procédé de représentation dualistique de l'espace dont j'ai indiqué ici même le principe (décembre 1902 et janvier 1903) permet d'effectuer graphiquement toutes les opérations que nécessite l'application de la méthode qui vient d'être décrite, comme je me propose de le montrer ailleurs.

ÉLECTRICITÉ. — *Appareil de sécurité contre des étincelles perturbatrices ininterrompues, en télémécanique sans fil.* Note de M. **Édouard Branly**.

Tant qu'un accord rigoureux et exclusif ne sera pas réalisé entre deux postes, on devra venir en aide à la syntonisation pour se préserver des manœuvres à contre-temps.

J'ai décrit [1] un interrupteur rotatif de protection contre les étincelles accidentelles; en préservant des étincelles perturbatrices prolongées, l'appareil actuel, construit à mon laboratoire, complète la solution.

Le nouvel appareil se compose de solénoïdes de même axe, aspirant des tronçons de fer doux espacés sur une tige non magnétique qui les supporte

[1] *Comptes rendus* du 22 octobre et du 5 novembre 1906.

et glisse dans l'axe commun des solénoïdes. Je le supposerai adapté à un dispositif qui commande une opération déterminée. Pour établir un lien entre mes Communications sur ce sujet, je l'adapte ici à mon système de réception à axe distributeur tournant ([1]).

On sait que cet axe, entraîné par un moteur électrique, est installé sur la face supérieure d'une cage métallique qui abrite le radioconducteur et son circuit. Actionné à l'occasion d'une étincelle, un relais, contenu également dans la cage, ferme un circuit extérieur.

L'axe distributeur remplit son rôle à l'aide de disques à circonférence conductrice, centrés sur son axe géométrique.

Une *première série* comprend 7 disques qui appuient par des secteurs en saillie sur des goupilles flexibles émergeant légèrement du plafond de la cage. La pression d'un secteur sur une goupille complète un circuit extérieur si le relais de la cage établit en même temps un contact.

Ces disques sont : 1° un disque à 5 secteurs égaux, alternant avec des vides; à chaque tour de l'axe, les secteurs relient le radioconducteur à l'antenne réceptrice pendant les 5 intervalles de temps égaux où ils appuient sur la goupille. L'antenne devient antenne d'émission pour les 5 intervalles où les vides sont en face de la goupille.

2° Un disque à 5 secteurs identiques aux précédents et occupant la même position à tout instant. A ce disque (disque commun) aboutissent 5 circuits extérieurs.

3° Cinq disques à secteur unique; chacun de ces secteurs a la même position que l'un des secteurs des deux premiers disques. A chacun des cinq disques aboutit un des circuits extérieurs qui se réunissent au disque commun. Chacun des circuits peut actionner un déclancheur.

Une *seconde série* de 6 disques (ceux-ci sans communication avec l'intérieur) comprend : 1° un disque des temps qui offre sur son pourtour 5 groupes équidistants de dents étroites (1 pour le 1er groupe, 2 pour le 2e, ..., 5 pour le 5e); l'intervalle 2-3 est le temps qui sépare le frottement des groupes 2 et 3 contre un ressort latéral;

2° Quatre disques de contrôle ayant chacun deux larges dents situées, l'une au commencement d'un intervalle, tel que 2-3, et l'autre à la fin;

3° Un disque commun, auquel se réunissent 5 circuits partant des ressorts qui frottent contre les dents des disques des temps et des contrôles.

Afin d'éviter des étincelles qui useraient dents et ressorts, à l'échappement des dents, les 5 courants des temps et des contrôles sont faibles et actionnent un relais extérieur qui ferme le primaire d'une bobine d'induction, lors des contacts des dents avec les ressorts. La bobine donne des étincelles, qui sont des signaux pour le poste de transmission. L'antenne du poste de réception a en ce moment son rôle d'émission, car les dents des temps et des contrôles correspondent aux vides des secteurs 1 et 2 de la première série.

([1]) *Comptes rendus* du 20 mars et du 26 juin 1905.

Au poste de transmission, l'antenne est d'émission quand l'opérateur fait éclater des étincelles, elle est de réception pour les signaux des temps et des contrôles.

Mise en marche de l'axe distributeur. — Un électro-aimant vertical, fixé sur le dessus de la cage métallique, sert à mettre en marche à tout instant le moteur qui fait tourner l'axe distributeur. A cet effet, le noyau de l'électro-aimant est mobile; il porte à sa partie inférieure un anneau en ébonite qui repose par trois pointes métalliques sur trois goupilles émergeant légèrement du plafond de la cage. Une des goupilles relie le radioconducteur à l'antenne. Les deux autres livrent passage au courant qui ferme le déclancheur du moteur quand le relais intérieur fonctionne, à l'occasion d'une étincelle. Dès que le moteur tourne, le courant qui l'entraîne passe aussi dans la bobine de l'électro-aimant vertical, soulève le noyau et maintient les pointes écartées des goupilles pendant la marche du moteur.

Afin d'éviter des mises en marche fortuites, l'interrupteur rotatif de protection contre les étincelles accidentelles est intercalé dans le circuit qui fait déclencher le moteur.

Description de l'appareil de sécurité à solénoïdes. — Nous supposons trois solénoïdes : deux pour l'avance, un pour le recul. Leurs circuits ne sont jamais fermés que séparément. La tige aspirée est formée de trois tronçons d'ébonite alternant avec deux tronçons de fer doux. Deux des solénoïdes b_1 et b_3 la font avancer dans un sens, le troisième b_2 la fait reculer en sens contraire à son point de départ. La tige peut prendre trois positions : I, II et III. La position I est celle de départ : b_1 aspire de I en II, b_3 de II en III ; b_2 ramène de II en I et de III en I.

b_1 agit par un flux d'étincelles éclatant dans l'intervalle 1-2 ; b_2 peut agir dans les intervalles 2-3 et 4-5 ; b_3 dans l'intervalle 3-4 ; l'intervalle 5-1 est réservé à l'arrêt du moteur.

Fonctionnement normal. — Le moteur ayant été entraîné par le flux d'étincelles qu'exige l'interrupteur à rotation, on lance dans l'intervalle 1-2 un flux qui amène la tige de I à II ; une étincelle de contrôle en prévient. On laisse passer l'intervalle 2-3. Dans l'intervalle 3-4, on va de II à III par un nouveau flux ; il y a ensuite une étincelle de contrôle.

Un courant spécial, que ferme la tige amenée en III, produit l'effet commandé. Sa réalisation est connue par une étincelle de contrôle.

Dans l'intervalle 4-5, on ramène la tige de III en I par b_2 ; on arrête le moteur dans l'intervalle 5-1.

Fonctionnement troublé par des étincelles accidentelles. — L'interrupteur rotatif part et revient automatiquement. Si, par hasard, le moteur se met à tourner, on opère comme dans le cas d'étincelles prolongées.

Fonctionnement troublé par des étincelles prolongées. — L'opérateur du poste de transmission est prévenu de la rotation du moteur et de l'axe distributeur par une sonnerie et par l'inscription des signaux du disque des temps. Un signal de contrôle fait savoir que la tige a pris la position II; l'opérateur ne sait pas si la perturbation va persister dans l'intervalle 2-3, mais il lance lui-même un flux dans cet intervalle pour ramener à I. Alors la position III ne peut plus être prise, alors même qu'un flux éclate dans l'intervalle 3-4, car l'action de b_3 n'est efficace que si la tige est déjà dans la position II; en effet, la longueur des tronçons de fer a été réglée pour que la tige, en position I, n'obéisse pas à l'effort exercé par b_3.

En résumé, la position de repos est assurée par l'opérateur ou par les étincelles de perturbation elles-mêmes.

Dans la description précédente, il y a 5 déclencheurs; 1 pour le moteur, 1 pour l'effet commandé et 3 pour les solénoïdes. On supprime aisément ces derniers en réduisant le poids de la tige mobile. Le rôle des disques distributeurs reste le même; la différence consiste en ce que le courant, fermé par le relais intérieur, qui se partageait entre la bobine du frappeur (frappeur du radioconducteur) et l'électro-aimant d'un déclencheur de solénoïde, actionne directement le solénoïde en se partageant actuellement entre la bobine du frappeur et le solénoïde lui-même.

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres de flamme du calcium.* Note de MM. **G.-A. Hemsalech** et **C. de Watteville**, présentée par M. Lippmann.

Ayant, dans des Notes précédentes, exposé avec les détails nécessaires les méthodes que nous avons employées au cours de nos recherches relatives aux spectres du fer, nous nous bornerons à présenter aujourd'hui le Tableau ci-dessous qui renferme les résultats de l'étude que nous avons faite du calcium, dans les mêmes conditions et au moyen des mêmes appareils spectrographiques.

C'est exclusivement à l'aide d'une étincelle de capacité, placée sur le parcours de l'un des gaz combustibles, et qui éclatait entre des électrodes de calcium métallique, que nous avons obtenu, dans le cas présent, la désagrégation de ce métal.

Avec la flamme du chalumeau oxhydrique, le spectre a une plus grande intensité lorsque l'étincelle éclate dans l'oxygène, mais il présente les mêmes éléments que lorsqu'elle se trouve dans l'hydrogène. Les intensités

relatives des raies données par cette flamme correspondent à peu près à celles déterminées dans l'arc par MM. Exner et Haschek. Le spectre de raies du chalumeau est accompagné de bandes qui n'existent pas dans la flamme de l'hydrogène et de l'air.

Aux spectres donnés par les quatre flammes étudiées, nous avons ajouté dans la dernière colonne du Tableau, à titre de comparaison, celui qu'on obtient par la méthode du pulvérisateur (avec la flamme air-gaz d'éclairage) [1]. On verra que ce spectre renferme des raies plus nombreuses et plus fortes que celui de la première colonne, produit avec une étincelle placée sur le trajet du courant d'air. Ceci tient, sans doute, à ce que le pulvérisateur fait passer dans la flamme des quantités plus considérables de matière, et à ce que l'emploi d'un brûleur à plusieurs flammes élémentaires, dont les intensités s'ajoutent, augmente la quantité de lumière utilisée.

Longueurs d'onde.		Intensités relatives.							
		Méthode électrique.						Méthode du pulvérisateur (de Watteville) air-gaz d'éclairage.	
Flammes (Hemsalech et de Watteville).	Arc (Kayser et Runge).	Air-gaz d'éclairage. Cône.	Air-gaz d'éclairage. Flamme.	Air-hydrogène. Cône.	Air-hydrogène. Flamme.	Oxygène-gaz d'éclairage.	Oxygène-hydrogène.	Cône.	Flamme.
3933,8	33,83	$\frac{1}{2}$	—	0	0	10	15	4	—
3968,6	68,63	0	—	00	00	8	12	4	—
3973,8	73,89	—	—	—	—	—	$\frac{1}{2}$	—	—
4226,9	26,91	20	20	30	20	30	50	50	50
4283,2	83,16	—	—	$1\frac{1}{2}$	—	2	3	—	—
4289,5	89,51	—	—	1	—	2	3	—	—
4299,2	99,14	—	—	$\frac{1}{2}$	—	$1\frac{1}{2}$	2	—	—
4302,8	02,68	—	—	3	—	5	6	7	—
4307,7	07,91	—	—	$1\frac{1}{2}$	—	$1\frac{1}{2}$	3	—	—
4318,7	18,80	—	—	$1\frac{1}{2}$	—	$2\frac{1}{2}$	4	8	—
4425,6	25,61	—	—	1	—	$1\frac{1}{2}$	3	8	—
4435,1	35,13	$\frac{1}{2}$	—	$2\frac{1}{2}$	—	3	6	12	—
4454,9	54,97	1	—	4	—	4	7	15	—
4455,9	56,08	—	—	—	—	0	1	—	—
4578,8	78,82	—	—	—	—	—	00	1	—
4581,5	81,66	—	—	—	—	—	0	1	—
4586,2	86,12	+	—	—	—	—	$\frac{1}{2}$	1	—
4878,2	78,34	—	—	—	—	—	0	—	—

(1) C. de Watteville, *Phil. Trans.*, série A, t. CCIV, 1904, p. 152.

Comme on le voit, ces spectres de flamme du calcium sont beaucoup plus riches en raies que ceux qui avaient été décrits jusqu'ici. Par exemple MM. Eder et Valenta, dans la flamme du gaz d'éclairage et de l'air, et M. Hartley, dans celle du chalumeau oxhydrique, trouvent uniquement la raie 4226,9. On remarque, d'après le Tableau ci-dessus, que cette raie est la seule qui soit visible dans toute la hauteur de la flamme.

Nous attirerons l'attention sur les variations d'intensité des raies H et K, par rapport aux autres raies. Tandis que dans la flamme du gaz d'éclairage, ou celle de l'hydrogène, mélangés à l'air, H et K sont très faibles par rapport au triplet bleu, ces raies deviennent, abstraction faite de la raie 4226,9, les plus fortes du spectre, lorsqu'on substitue l'oxygène à l'air. M. King n'a pas trouvé les raies H et K dans son four électrique, au sein d'une atmosphère d'hydrogène, mais il les a vues apparaître en se servant de combinaisons de calcium où ce métal n'existait qu'à l'état de traces [1]. Il conclut de ce fait que la haute température de son four, en dehors de toute action chimique, ne suffit pas seule à faire apparaître ces raies, et ceci est peut-être vrai également pour les flammes.

OPTIQUE. — *Variations des franges des photochromies du spectre.* Note de M. **E. Rothé**, présentée par M. Lippmann.

Dans une Note précédente [2] j'ai montré que les franges des photochromies du spectre pouvaient être assimilées à des franges de coins et non à des franges de Talbot. Cette explication s'accorde avec tous les résultats d'expériences que je décris ci-dessous et qui sont faciles à réaliser lorsqu'on n'emploie pas de miroir de mercure. Ces expériences prouvent qu'on doit attribuer les franges aux ondes stationnaires, comme Wiener l'a admis le premier [3].

1° *La glace n'intervient pas dans la formation des franges.* — Celles-ci subsistent dans les pellicules détachées du verre.

2° *Ce ne sont pas des franges ordinaires de lames minces.* — L'épaisseur de la gélatine est trop grande pour que celle-ci donne des franges en lumière blanche. En lumière jaune du sodium, on voit simultanément les deux sys-

---

[1] A.-S. King, *Astrophysical Journal*, t. XXVII, 1908, p. 357.

[2] *Comptes rendus*, t. CXLVII, 1908, p. 43.

[3] Lehmann, *Beiträge zur Theorie und Praxis der direkten Farbenphotographie*. Freiburg, 1906. — Wiener, *Wied. Ann.*, 1899, p. 504.

tèmes de franges. Celles de la gélatine sont plus pâles que les autres et ne coïncident pas avec elles.

3° *Chaque spectre a ses franges propres.* — On le montre en impressionnant une même plaque par deux spectres identiques placés l'un au-dessus de l'autre, mais décalés, le rouge du premier étant au-dessus du vert du second. Les franges de ces deux spectres ne sont pas en prolongement. Elles dépendent donc, pour un même point de la plaque, de la radiation qui l'a impressionnée.

4° *Le nombre des franges dépend de l'épaisseur de la gélatine.*

Supposons en effet que la gélatine ait ses faces rigoureusement parallèles et que toute son épaisseur soit occupée par des strates. L'examen au microscope de coupes au microtome m'a permis de m'assurer qu'il en était bien ainsi pour les plaques d'épaisseur moyenne qu'on utilise en général.

Dans les régions du rouge et du violet, on observe des strates dont les nombres p et q satisfont aux égalités

$$e = p\frac{\lambda_r}{2} = q\frac{\lambda_v}{2},$$

et il en résulte que le nombre des ondes stationnaires affleurant à la surface du verre

$$n = q - p = 2e\frac{\lambda_r - \lambda_v}{\lambda_r \lambda_v}.$$

Le nombre des franges comprises entre deux raies de longueurs d'onde λ_r et λ_v est d'autant plus considérable que l'épaisseur de la lame de gélatine est plus grande, ou, ce qui revient au même, dans l'hypothèse précédente, que le nombre des strates est plus élevé.

Cette conclusion a été soumise à de nombreuses vérifications. En coulant l'émulsion très fluide et faisant tourner très rapidement les plaques à la tournette, j'ai pu réduire les affleurements des ondes à deux ou trois et j'ai obtenu ainsi de larges franges colorées où l'on aperçoit nettement le brun des anneaux de Newton.

Les plaques ordinaires coulées sans tournette présentent quinze à vingt franges entre le brun des anneaux de Newton.

Des plaques épaisses, préparées spécialement en vue de ces recherches, ont présenté une cinquantaine de franges entre le rouge et le bleu. Dans ce cas, les strates d'argent ne sont plus visibles au microscope dans toute l'épaisseur de la gélatine.

5° Le nombre des franges ne semble pas dépendre de la dispersion. Si l'on produit sur une même plaque, l'un au-dessus de l'autre, deux spectres inégalement dispersés, on constate que le nombre des franges comprises entre deux raies déterminées du spectre est sensiblement le même. Elles sont seulement plus serrées dans le spectre le moins dispersé.

6° Lorsqu'on expose la plaque gélatine en avant, il se produit à la surface

de séparation de la gélatine et du verre une faible réflexion dépendant de l'indice du verre employé. J'ai pu obtenir ainsi des couleurs nettes dans quelques clichés, et il existe alors des ondes stationnaires qui coupent la surface gélatine-air. Dans ce cas, on peut apercevoir les franges du côté gélatine.

7° En plaçant le verre en avant et appuyant un miroir d'argent sur la gélatine, on peut obtenir des franges côté verre et côté gélatine.

L'étude de ces franges d'interférences présente un intérêt pratique au point de vue de la photochromie interférentielle. Pour avoir une représentation fidèle, il faut se débarrasser de tous ces phénomènes accessoires. Il est nécessaire que la gélatine soit suffisamment épaisse pour que les franges n'apparaissent pas par transparence du côté gélatine. Les plaques épaisses sensibilisées dans la masse conviennent mieux, parce que le nombre des strates y est plus grand et les phénomènes de réflexion précédemment décrits n'interviennent plus que faiblement. Les couleurs sont surtout vives et vraies du côté du verre, mais on est malheureusement gêné par la visibilité de franges d'interférences très serrées. Pour une épaisseur suffisante de la gélatine, les franges disparaissent complètement; on a alors du côté du verre des couleurs éclatantes où le rouge est particulièrement beau et vrai. Les autres teintes sont moins belles parce que, en couche épaisse, l'argent réduit a une teinte jaune brun qui nuit à la visibilité du bleu et du violet.

Ces expériences m'ont conduit à penser qu'on obtiendrait une représentation plus fidèle *en se servant d'une couche épaisse qui resterait incolore au développement*. C'est ainsi que j'ai été amené à la méthode suivante de préparation des plaques qui m'a semblé donner de bons résultats.

On coule d'abord sur les glaces de la gélatine pure à 5 pour 100 en couche épaisse. Quand les plaques sont sèches, on les recouvre d'une couche d'émulsion sensible qui peut être aussi mince qu'on voudra (quelques microns). On réalise ainsi une couche de gélatine épaisse empêchant la production des phénomènes d'interférences parasites, et la couche est assez mince pour que sa couleur propre n'intervienne pas.

C'est sur des plaques de ce genre que j'ai obtenu les photographies de spectres que je présente à l'Académie. Les couleurs réfléchies par les strates sont pures : *elles sont la reproduction exacte des couleurs spectrales, lorsqu'on a supprimé les réflexions accessoires*.

Aucune méthode, autre que celle de M. Lippmann, n'a encore permis d'atteindre ce résultat.

PHYSIQUE. — *Biréfringence magnétique et électrique de la nitrobenzine. Variation avec la longueur d'onde.* Note de MM. **A. Cotton** et **H. Mouton**, transmise par M. J. Violle.

Nous avons signalé antérieurement l'existence de la biréfrigence magnétique dans les composés purs de la série aromatique pris à l'état liquide ([1]). Nous ne nous occuperons aujourd'hui que de la nitrobenzine. En poursuivant nos recherches nous avons, pour ce corps, étudié d'une part la manière dont ce phénomène magnéto-optique varie avec la longueur d'onde et fait, d'autre part, des mesures parallèles sur la biréfringence électro-optique (phénomène de Kerr).

I. *Dispersion de double réfraction magnétique.* — Les mesures des angles β, qui fixent les valeurs de la biréfringence ([2]), ont été faites au moyen de l'appareil à pénombres qui nous a servi antérieurement pour la lumière jaune : toutefois la lame demi-onde était remplacée par un prisme de Lippich et l'on se servait de lames quart d'onde soigneusement étudiées pour les diverses radiations employées. Celles-ci ont été les raies jaune, verte et indigo du mercure et les deux raies C et F de l'hydrogène. Nous nous sommes astreints à comparer pour chaque radiation la valeur de β avec celle qu'on obtient, dans les mêmes conditions, pour la lumière jaune du mercure. Cette manière de procéder était nécessaire pour deux raisons : nous avons dû employer des tubes de différentes longueurs, et d'autre part l'influence de variations, même petites, de la température, comme celles qui se sont produites au cours de nos expériences, n'est pas négligeable ([3]).

Les résultats ont été les suivants :

Longueurs d'onde.	656	578	546	486	436
Valeurs de β	0,87	1	1,08	1,26	1,47
Valeurs de $\beta\lambda$	571	578	589	613	641

On voit que les valeurs de β pour la nitrobenzine croissent régulièrement quand la longueur d'onde diminue, et un peu plus vite que l'inverse de la longueur d'onde. En d'autres termes, la différence des indices ordinaire et extraordinaire du liquide placé dans le champ magnétique (différence qui

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLV, juillet 1907, p. 229, et nov. 1907, p. 870.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XI, juin 1907, p. 155.

([3]) L'angle β, mesuré en lumière jaune à diverses températures autour de 20°, diminue de 0,012 de sa valeur quand la température s'élève de 1°.

est proportionnelle à $\beta\lambda$) varie dans le même sens, mais un peu plus vite du côté des courtes longueurs d'onde, que la différence des deux indices principaux du quartz.

Cette variation se fait d'une façon régulière d'un bout à l'autre du spectre visible. Spring ayant signalé que la nitrobenzine, sous une très grande épaisseur, montre des bandes d'absorption dans l'orangé, nous avons cherché si leur influence sur la courbe de dispersion était sensible dans les conditions où nous opérions. En projetant sur la fente d'un spectroscope la frange d'un compensateur de Babinet, nous avons observé le déplacement de la frange produit par la biréfringence étudiée. Ce déplacement, bien net (le retard était de l'ordre de $\frac{1}{30}$ de longueur d'onde), se fait régulièrement du rouge au violet.

II. *Comparaison avec le phénomène électro-optique.* — Dans la nitrobenzine, comme l'a montré W. Schmidt, le phénomène de Kerr est exceptionnellement grand : de l'étude de mélanges de ce corps avec le sulfure de carbone, il a conclu que la biréfringence électrique de la nitrobenzine devait être *au moins* 60 fois plus grande que celle du sulfure de carbone.

Nous avons repris cette comparaison en employant les deux liquides purs et trouvé pour la valeur du rapport relatif à la lumière jaune du mercure, et à 22°, le nombre 97. Cela permet d'étudier, avec nos appareils, la nitrobenzine en employant de faibles différences de potentiel. Les voltages alternatifs qui nous ont servi le plus souvent étaient compris entre 110 et 600 volts efficaces : les résultats ont été d'accord avec la loi de Kerr.

Les mesures de dispersion ont été faites comme précédemment. Elles sont un peu plus malaisées parce que, malgré ces faibles voltages, le liquide s'échauffe lorsqu'on électrise le condensateur. Elles nous ont conduit au résultat simple suivant : Dans la limite de précision de nos expériences, *la dispersion de biréfringence électrique de la nitrobenzine est la même que la dispersion de la biréfringence magnétique* [1]. Le coefficient de température, que nous n'avons pas encore mesuré avec précision, est du même ordre de grandeur que celui trouvé pour la biréfringence magnétique.

III. *Interprétation de ces résultats.* — Ces deux phénomènes étudiés pour la nitrobenzine paraissent ainsi avoir une origine commune. Or nous avons été amenés, par l'ensemble de nos recherches sur la biréfringence magné-

---

(1) Les écarts entre les valeurs trouvées dans le champ électrostatique et celles indiquées plus haut sont en plus ou en moins et inférieurs à 2 pour 100 : ils atteignent près de 5 pour 100 pour la lumière rouge, avec laquelle ces mesures polarimétriques sont très difficiles.

tique des liquides aromatiques, à l'expliquer par un phénomène d'orientation : en effet il y a, à l'appui de cette hypothèse, des raisons convaincantes. Nous sommes ainsi conduits à admettre que, dans le cas de la nitrobenzine au moins ([1]), le phénomène de Kerr s'explique aussi, en totalité ou pour la plus grande part, de la même manière.

Reste à préciser la nature des éléments qui s'orientent : ce ne sont certainement pas des particules accidentelles. L'hypothèse d'après laquelle ce seraient les molécules elles-mêmes est la plus simple et s'accorde le mieux avec l'ensemble des faits expérimentaux.

PHYSIQUE. — *Sur un cas de dispersion rotatoire anomale; application des mesures de dispersion rotatoire à l'étude de la composition de l'essence de térébenthine.* Note de M. **Eugène Darmois**, transmise par M. J. Violle.

L'essence de térébenthine française est lévogyre, ses propriétés sont sensiblement constantes; sa rotation est en moyenne de -93° sous 30^{cm} pour la lumière jaune du sodium. On suppose qu'elle contient le pinène gauche. Les essences étrangères sont en général dextrogyres, leur rotation est très variable; elles sont censées renfermer le pinène droit.

J'ai étudié la dispersion rotatoire de l'essence gauche et de diverses essences droites. Voici les résultats des mesures faites pour les raies suivantes (H, Na, Hg) :

Longueurs d'onde.	656	589	578	546	492	436
I. Ess. l. $[\alpha]_D = -35°,9$....	0,75	1	1,04	1,18	1,44	1,84
II. Ess. d. $[\alpha]_D = +2°,58$...	0,45	1	1,12	1,51	2,57	5,25
III. Ess. d. $[\alpha]_D = +12°,9$....	»	1	1,05	1,24	1,58	2,46

La dispersion est normale, mais varie d'une essence à l'autre.

Un mélange de deux essences I et II doit donner des rotations intermédiaires. La formule de Biot $[\alpha] = p_1[\alpha]_1 + p_2[\alpha]_2$ permet de calculer, au moyen des valeurs I

([1]) Outre la grandeur exceptionnelle du phénomène, il faut signaler qu'Aeckerlein (*Phys. Zeit.*, t. VII, 1906, p. 600) a trouvé, en étudiant séparément les retards des deux vibrations principales dans la nitrobenzine, des résultats en désaccord avec ceux que Kerr avait obtenus avec le sulfure de carbone. Les résultats d'Aeckerlein sont exactement les mêmes que ceux que nous avions obtenus en étudiant les colloïdes d'hydroxyde ferrique (*Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 317, et *Ann. de Chim. et de Phys.*, *loc. cit.*).

et II, le pouvoir rotatoire d'un mélange déterminé, pour toutes les radiations employées [1]. Les valeurs calculées concordent avec les valeurs mesurées, dans les limites des erreurs d'expérience. Le Tableau suivant se rapporte à trois des six mélanges étudiés (rotations sous 30^{cm}) :

λ.		656	589	578	546	492	436
Mél. n° 1	α obs.	$-3°,2$	$-2°,5$	$2°,28$	$-1°,4$	$+1°,43$	$+9°,45$
Mél. n° 3	α obs.	$-7,48$	$-8,23$	$-8,25$	$-8,20$	$-6,70$	$-1,87$
	α calc.	$-7,42$	$-8,19$	$-8,23$	$-8,40$	$-6,50$	$-1,82$
Mél. n° 5	α obs.	$-10,77$	$-12,71$	$-13,07$	$-13,63$	$-13,70$	$-11,08$

Certains des mélanges étudiés ont une dispersion anomale :

1° La rotation s'annule pour une couleur du spectre;

2° La rotation passe par un minimum pour une autre couleur.

On peut reproduire ces mélanges avec une essence droite quelconque [2]; leur dispersion anomale tient à la présence de deux constituants actifs de signe contraire, à dispersion différente.

J'ai vérifié la loi des mélanges de façon plus simple. On a en effet $p_2 = 1 - p_1$, c'est-à-dire

$$[\alpha] = [\alpha]_2 + p_1\big[[\alpha_1] - [\alpha]_2\big].$$

Pour un mélange donné, p_1 est fixe, les $[\alpha]$ varient avec la longueur d'onde. Les courbes $[\alpha] = f(\lambda)$ sont les courbes de dispersion rotatoire des corps I, II et du mélange.

Appelons A, B, C les points où une même ordonnée coupe ces trois courbes :

$$\mathrm{CA} = \alpha_1 - \alpha, \qquad \mathrm{CB} = \alpha_2 - \alpha, \qquad \frac{\mathrm{CA}}{\mathrm{CB}} = \frac{1 - p_1}{-p_1}.$$

Le rapport $\frac{\mathrm{CA}}{\mathrm{CB}}$ ne dépend que de p_1; il est constant pour toutes les ordonnées; celles-ci sont divisées par les trois courbes dans le même rapport. Il est facile de voir que ce résultat subsiste pour trois courbes quelconques de la série. De plus, sous cette forme, la règle ne s'applique qu'à *deux* composants. Ils peuvent d'ailleurs (ce qui est le cas ici) être eux-mêmes des mélanges, car, si II contient deux corps, on a

$$[\alpha] = p_1[\alpha]_1 + p_2[\alpha]_2 + p_3[\alpha]_3,$$

où p_2 et p_3 varient proportionnellement; le résultat subsiste. La règle permet enfin de construire les courbes de la série à partir de *deux* quelconques d'entre elles.

---

[1] Dans cette formule, $[\alpha]$ désigne le pouvoir rotatoire spécifique, p_1, p_2 représentent la teneur par gramme du mélange en corps I et II.

[2] Voir à ce sujet les expériences anciennes de Von Wyss (*Wied. Ann.*, t. XXXIII, 1888).

D'après ce qui précède, on voit que *les deux essences ne sont certainement pas deux corps actifs symétriques ;* elles ne sont ni l'une ni l'autre des espèces chimiques définies. *J'ai retiré de l'essence gauche un carbure cristallisable : c'est le pinène gauche.* J'étudie ses propriétés. Son pouvoir rotatoire $[\alpha]_D$ est voisin de $-42°$, la rotation correspondante étant de $-108°$ sous 30^{cm} ; le rapport de dispersion pour la raie 436 est 1,85. J'ai cherché à retirer de l'essence droite un corps symétrique ; je ne l'ai pas encore obtenu cristallisé ; mais j'ai des raisons de croire qu'il y existe.

Si l'on distille une essence droite, on constate que la rotation du produit recueilli varie d'un bout à l'autre de la distillation.

Exemple : Ess. III (allemande), $\alpha_D = +33°$. A la première distillation, α_D varie de $+57°$ à $-27°$. L'essence pour laquelle $\alpha_D = 0$ n'est pas réellement inactive, sa dispersion est anomale ; on retrouve sur ce liquide et ceux qui le suivent dans la distillation les particularités observées sur les mélanges synthétiques.

1^{kg} d'essence en 20 fractions (α pour 30^{cm}) :

λ.	589	578	546	436	
Fraction nº 2....	55°,05	57°,50	65°,63	116°,00	Disp. normale
» nº 18...	−10,13	− 9,85	− 8,76	+ 11,70	» anomale
» nº 20...	−27,50	−27,90	−28,60	− 18,33	» »

Les mélanges à dispersion anomale se produisent donc au cours de la distillation d'une essence droite quelconque.

L'étude des courbes de dispersion montre de plus qu'elles ont entre elles la relation indiquée plus haut ; l'essence droite contient donc *deux* constituants actifs de signe contraire, le constituant droit ayant une dispersion plus forte. On peut séparer par rectification des mélanges plus riches en corps droit ; leurs courbes de dispersion se placent d'elles-mêmes dans la série précédente ; on aurait pu les prévoir à l'avance. On peut alors chercher si, parmi ces courbes qu'on peut construire *a priori*, se trouve la symétrique de celle du pinène gauche. *Le calcul montre qu'il existe une courbe de dispersion pour laquelle* $\frac{\alpha_{436}}{\alpha_D} = 1,85$, *la rotation* α_D *correspondante étant* $+109°,5$ *sous* 30^{cm}. *On peut donc espérer trouver dans l'essence droite le corps symétrique du pinène gauche.* Il est accompagné dans cette essence par un corps gauche moins dispersif pour lequel le rapport de dispersion ne saurait dépasser 1,60 ; en particulier, ce carbure n'est certainement pas le pinène gauche.

Les résultats précédents montrent que l'étude de la dispersion rotatoire est capable de donner, sur la composition de certains mélanges, des renseignements que la mesure de α_D seule est impuissante à procurer.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la réduction oxalique des chloroiridates alcalins.* Note de M. **Marcel Delépine**, transmise par M. Armand Gautier.

M. Vèzes fait observer avec raison (*Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 1392) que, dans les *Procès-verbaux des séances de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux* (année 1900-1901, p. 112), il a étudié l'action de l'oxalate dipotassique sur le chloroiridate de potassium; il obtient ainsi la réduction de ce dernier en chloroiridite et arrive même, avec une quantité plus considérable d'oxalate, à un iridochlorooxalate $IrCl^2(C^2O^4)^2K^3, H^2O$.

Je regrette que les Recueils les plus en vue (*Bull. Soc. chim.*, *Chem. Centralbl.*, *Traité de Chimie de Moissan*, etc.) n'aient pas analysé cette Communication; cela a été cause de mon omission; les chimistes qui ne sont pas membres de la Société des Sciences de Bordeaux m'en excuseront, je l'espère.

Je ferai d'ailleurs remarquer qu'à défaut d'avoir connu le travail de M. Vèzes, je me suis fait un devoir de citer Carey Lea [1], qui a précédé M. Vèzes de 37 ans et moi-même de 44 ans dans l'emploi de la réduction oxalique des chloroiridates; je n'ai donc pu avoir la pensée de donner ce mode de réduction comme nouveau.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les cétodiacides.* Note de MM. **E.-E. Blaise** et **H. Gault**, présentée par M. A. Haller.

Les cétodiacides, connus pour les séries malonique et succinique, sont inconnus pour les séries supérieures, sauf pour la série pimélique. Nous avons, en effet, montré que les acides $\alpha\alpha'$-dicétopiméliques peuvent être obtenus par saponification des éthers alcoylidène-bisoxalacétiques au moyen des acides minéraux. Nous avons cherché à généraliser ces recherches et à préparer les α-monocéto- et $\alpha\alpha'$-dicétodiacides pour la plupart inconnus jusqu'ici. Cette Note est relative aux recherches effectuées en vue de la préparation des acides α-céto- et $\alpha\alpha'$-dicétoglutariques.

La saponification de l'éther oxalsuccinique, tentée déjà de bien des ma-

---

(1) *Silliman's Americ. Journ.*, 2e série, t. XXXVIII, 1864, p. 81.

nières (¹), n'avait fourni jusqu'ici que des produits de dédoublement : acides oxalique et succinique. Nous avons été plus heureux en effectuant la saponification de cet éther par l'acide chlorhydrique à froid, puis portant à l'ébullition pour éliminer la fonction acide β-cétonique; on obtient, dans ces conditions, l'acide α-cétoglutarique avec un rendement de 80 pour 100 :

$$\begin{matrix} CO^2C^2H^5-CO \searrow \\ CO^2C^2H^5 \nearrow \end{matrix} \overset{\alpha}{C}H-\overset{\alpha'}{C}H^2-CO^2C^2H^5 \rightarrow CO^2H-\overset{\alpha}{C}O-\overset{\beta}{C}H^2-\overset{\alpha'}{C}H^2-CO^2H.$$

Cet acide est solide et fond à 112°-113°; il jouit de toutes les propriétés des fonctions qu'il renferme, et sa fonction cétonique, en particulier, réagit avec une grande facilité.

Dans le but d'obtenir les homologues de l'acide cétoglutarique, nous avons cherché à préparer les homologues de l'éther oxalsuccinique résultant de la substitution, dans cet éther, des atomes d'hydrogène α ou α' par des radicaux alcooliques. Nous avons, dans ce but, condensé le pyrotartrate et l'oxalate d'éthyle au moyen de l'éthylate de sodium. On obtient ainsi, avec d'excellents rendements, l'éther α'-méthyl-α-oxalsuccinique, sans qu'on puisse constater la formation d'éther α-méthyl-α-oxalsuccinique. L'éther n'est pas distillable sans décomposition, mais on peut le purifier facilement par dissolution dans les carbonates alcalins et reprécipitation au moyen d'un acide. Il est vraisemblable que la saponification de cet éther conduira à l'acide α'-méthyl-α-cétoglutarique et que les homologues plus élevés pourront être obtenus par un procédé analogue :

$$\begin{matrix} CO^2C^2H^5-CO \\ CO^2C^2H^5 \end{matrix} CH-CH(CH^3)-CO^2C^2H^5$$
$$\rightarrow CO^2H-CO-CH^2-CH(CH^3)-CO^2H.$$

Nous avons, d'autre part, tenté d'alcoyler l'éther oxalsuccinique en faisant réagir l'iodure de propyle sur le dérivé sodé de cet éther. Mais l'expérience montre qu'on obtient exclusivement l'éther oxyde propylique correspondant à la forme énolique de l'oxalsuccinate d'éthyle :

$$\begin{matrix} C^3H^7-O \\ CO^2C^2H^5 \nearrow \end{matrix} C=C \begin{matrix} \nearrow CO^2C^2H^5 \\ \searrow CH^2-CO^2C^2H^5 \end{matrix}.$$

(¹) WISLICENUS, *Berichte*, t. XXII, p. 885. — WISLICENUS et NASSAUER, *Lieb. Ann.*, t. CCLXXXV, p. 3.

Ce corps bout à 202°-203° sous 20^{mm}, sans décompositions. En le saponifiant au moyen de l'acide bromhydrique, on obtient du bromure d'éthyle, du bromure de propyle et de l'acide α-cétoglutarique, dédoublement qui établit sa constitution. Cette alcoylation de l'oxhydrile énolique est assez curieuse, mais elle rend impossible, comme on le voit, la préparation des acides β-alcoyl-α-cétoglutariques.

Nous avons enfin dirigé nos recherches vers l'éther dioxalsuccinique [1] dont la saponification pouvait conduire à l'acide αα'-dicétoglutarique. La saponification par l'acide chlorhydrique concentré, à la température ordinaire, et le dédoublement consécutif, par ébullition de la solution aqueuse de l'acide intermédiairement formé nous ont conduits à un produit tout à fait différent de celui qu'on pouvait attendre. Nous avons en effet obtenu, avec un rendement de 65 pour 100, un composé acide, colorant le perchlorure de fer en vert, ne donnant aucune réaction cétonique et répondant à la formule $C^6H^4O^5$. Cet acide, chauffé au bain métallique, vers 200°, perd facilement 1^{mol} d'anhydride carbonique en donnant naissance à un produit distillant sans décomposition, se solidifiant par refroidissement et possédant la composition $C^5H^4O^3$. Nous avons identifié par toutes ses propriétés ce composé à l'acide isopyromucique qui se forme en distillant l'acide mucique avec le bisulfate de potasse [2]. En particulier, le mélange des deux acides fond au même point que chacun d'eux et il en est de même pour leurs éthers acétiques. Ces résultats, dont l'exposé détaillé fera l'objet d'une Note ultérieure, établissent avec certitude la constitution de l'acide isopyromucique, constitution d'ailleurs conforme à celle que M. Chavanne avait déduite de ses recherches [3]. L'acide isopyromucique n'est autre que la β-oxy-α-pyrone et l'acide résultant de la saponification directe de l'éther dioxalsuccinique en est le dérivé α'-carboxylé. Cette réaction intéressante nous amènera, d'autre part, à modifier les conclusions de Wislicenus relativement à la constitution des dérivés de l'éther dioxalsuccinique.

Nous pensons qu'en étendant nos recherches aux éthers cétoniques résultant de la condensation de l'éther oxalique avec les éthers des acides bibasiques supérieurs, il nous sera possible d'obtenir les cétodiacides plus élevés dans la série.

---

(1) Wislicenus et Boeckler, *Lieb. Ann.*, t. CCLXXXV, p. 11.

(2) Simon, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 255. — Limpricht, *Lieb. Ann.*, t. CLXV, p. 257 et 298.

(3) Chavanne, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. III, p. 571.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Un nouveau sucre cristallisé, le perséulose, à sept atomes de carbone.* Note de M. **Gabriel Bertrand**, présentée par M. L. Maquenne.

Si l'on examine l'ensemble des résultats obtenus dans l'étude des sucres, on voit qu'en dehors de l'allodulcite, dont la synthèse exigera certainement beaucoup de travail, tous les alcools plurivalents prévus par la théorie dans les séries à moins de 7^{at} de carbone sont actuellement connus. On connaît aussi la plupart des sucres réducteurs, aldéhydiques ou cétoniques, qui correspondent à ces alcools. Il n'en est pas de même lorsqu'il s'agit des séries supérieures. Ainsi la plus accessible et aussi la plus étudiée de ces séries, celle des sucres en C^7, n'est encore représentée que par deux alcools naturels, d'origine végétale, la perséite et la volémite, et par quelques produits artificiels dus à E. Fischer.

En poursuivant mes recherches sur la bactérie du sorbose, j'ai réussi à obtenir, à partir de la perséite, un nouveau sucre cristallisé, sans doute de nature cétonique, que je vais décrire aujourd'hui. C'est le sucre dont j'ai donné autrefois le mode de formation et que j'ai désigné sous le nom de *perséulose*, nom qui rappelle à la fois ses relations avec la perséite et sa ressemblance chimique avec le lévulose [1].

On obtient ce nouveau sucre en oxydant la perséite à l'aide de la bactérie du sorbose. L'opération est conduite exactement comme s'il s'agissait d'oxyder la sorbite ou la glycérine [2]. Il n'y a qu'une précaution particulière à prendre : c'est d'employer une bactérie très active. Quand la bactérie est atténuée par le temps ou des milieux défavorables, l'oxydation s'arrête dès qu'il y a quelques centièmes de perséulose; elle peut même n'avoir pas lieu. J'ai été arrêté dans mes recherches pendant des années à cause de cette circonstance. La bactérie dont je me servais, qui donnait de bons résultats avec d'autres alcools, arrivait avec peine à oxyder plus de 10 pour 100 de la perséite, de sorte que le sucre produit, mélangé aux substances solubles du bouillon, refusait de cristalliser. En me servant d'une nouvelle bactérie, obtenue par ensemencement spontané de jus de sorbes, l'oxydation a pu atteindre environ 45 pour 100 de la perséite mise en culture et la cristallisation du sirop est devenue possible.

Une expérience réussie a porté sur 470^g de perséite. Après 3 semaines de culture,

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXVI, 1898, p. 762.

[2] *Annales de Chimie et de Physique*, 8e série, t. III, 1904, p. 181-288.

on a régénéré, par défécation plombique et concentration, 260^g de substance non oxydée. Les eaux mères, concentrées autant que possible, ont été épuisées par 4^l d'alcool à 90° bouillant. Le perséulose s'est dissous et, après avoir été ramené à l'état de sirop, il a cristallisé en masse dans l'espace de quelques jours. Les cristaux ont été séparés à la presse et purifiés par deux nouvelles cristallisations dans l'alcool à 95°.

Le perséulose ressemble beaucoup au glucose par son aspect, mais il donne des cristaux plus nets.

Sa saveur est franchement sucrée.

Assez peu soluble dans l'alcool fort à la température ordinaire, il s'y dissout abondamment à l'ébullition. Un demi-litre d'alcool à 95° bouillant a suffi, dans une expérience, pour dissoudre 105^g de perséulose; il aurait pu en dissoudre davantage si j'avais eu plus de substance.

Les cristaux sont anhydres et répondent à la formule $C^7H^{14}O^7$:

	Trouvé.	Calculé.
Carbone	39,85	40,00
Hydrogène	6,84	6,66

En opérant sur 50^{cm^3} d'une solution à 5 pour 100, j'ai trouvé, par la méthode cryoscopique :

Poids moléculaire........ 209,1 au lieu de 210

Comparativement, le sorbose, essayé dans les mêmes conditions, m'a donné :

Poids moléculaire........ 173,7 au lieu de 180

Le perséulose cristallisé n'a pas de point de fusion net, car il se décompose très facilement quand on le chauffe. Au bloc Maquenne, sa température de fusion instantanée est voisine de 110°-115°.

C'est un sucre fortement lévogyre et doué, comme les autres sucres réducteurs, de la multirotation. Au moment où l'on vient de le dissoudre, il possède, dans l'eau, à la concentration de 10 pour 100, un pouvoir rotatoire d'au moins 90° à gauche; ce pouvoir rotatoire tombe rapidement et se fixe, après quelques heures, à − 81° (la température étant de + 25°).

Le pouvoir réducteur du perséulose est notablement inférieur à celui du glucose, mais il est plus fort que celui du sorbose. En opérant suivant la

technique que j'ai indiquée [1] :

25mg	de perséulose réduisent	41,1mg	de cuivre
50	» »	81,2	»
100	» »	157,3	»

au lieu de

49,6 95,4 et 177,8

réduits par le glucose et de

38,0 74,2 et 142,8

réduits par le sorbose.

Chauffé avec l'acétate de phénylhydrazine, le perséulose donne, avec de bons rendements, une osazone cristallisée en belles aiguilles soyeuses, fondant au bloc Maquenne, après recristallisation dans l'alcool, vers + 233°, et répondant à la composition $C^{19}H^{24}N^4O^5$:

	Trouvé.	Calculé.
Carbone	58,80	58,76
Hydrogène	6,42	6,18
Azote	14,35	14,43

Cette osazone est très peu soluble dans les alcools méthylique et éthylique (environ 5g dans 1l d'alcool ordinaire à 95° à la température d'ébullition). Elle permet de caractériser très facilement le perséulose en dissolution dans un liquide complexe.

Le perséulose est le premier sucre réducteur à 7at de carbone produit par une cellule vivante, qu'il ait été possible d'isoler. L'étude de ses produits d'hydrogénation, sur laquelle je reviendrai plus tard, promet d'être très intéressante pour élucider la structure de certaines heptites et, en particulier, de la perséite.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Formation de composés dans les solutions d'acide tartrique et de molybdate de sodium.* Note de M. **P. Quinet**, présentée par M. D. Gernez.

M. Gernez [2], étudiant la rotation α_D que font éprouver au plan de polarisation de la lumière jaune du sodium des liqueurs titrées contenant sous

[1] *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXV, 1906, p. 1285.
[2] *Journal de Physique*, 2e série, t. VI, 1887, p. 383.

le même volume un poids fixe d'acide tartrique droit et des poids variables p de molybdate de sodium, conclut de l'allure discontinue de la courbe $\alpha = f(p)$ à la formation dans la liqueur de composés définis.

J'ai étudié des solutions identiques à celles de M. Gernez et j'ai cherché si des propriétés physiques autres que celle de la rotation du plan de polarisation ne conduiraient pas au même résultat.

J'ai déterminé :

1° Les densités des solutions par la méthode du flacon;

2° Les rotations α_D au polarimètre Landolt à l'aide d'un tube de 10^{cm};

3° Les résistances électriques;

4° Les abaissements des points de congélation.

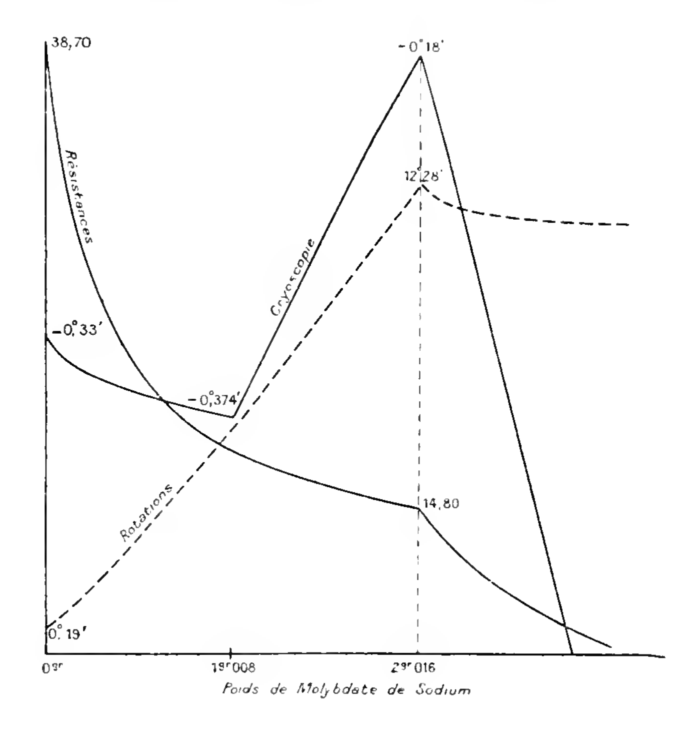
Les expériences ont été faites à la température $20°,5 \pm 0°,5$ sur des solutions contenant toutes pour 50^{cm^3} : $1^g,25$ d'acide tartrique droit et des quantités croissantes de molybdate de sodium.

Les résultats obtenus figurent dans le Tableau suivant :

Poids de molybdate de sodium p.	Molécules de ce sel pour 1mol d'acide tartrique.	Densités des solutions.	Rotations α_D.	Résistances R.	Abaissements des points de congélation C.
0^g	0	1,010	0°.19′	38,70	−0°,33
0,084	$\frac{1}{12}$	1,0116	0.46	33,21	−0,34
0,168	$\frac{1}{6}$	1,0118	1.14	30,39	−0,348
0,336	$\frac{2}{6}$	1,0135	2.10	25,03	−0,354
0,504	$\frac{3}{6}$	1,0149	3. 8	21,98	−0,36
0,672	$\frac{4}{6}$	1,0186	4. 6	19,82	−0,366
0,840	$\frac{5}{6}$	1,020	5. 2	18,86	−0,37
0,924	»	1,022	5.28	18,64	−0,372
1,008	$\frac{6}{6} = 1$	1,025	5.58	18,21	−0,374
1,092	»	1,026	6.30	17,81	−0,356
1,176	$\frac{7}{6}$	1,027	7. 6	17,49	−0,338
1,344	$\frac{8}{6}$	1,029	8.12	16,75	−0,306

Poids de molybdate de sodium p.	Molécules de ce sel pour 1mol d'acide tartrique.	Densites des solutions.	Rotations α_D.	Résistances R.	Abaissements des points de congélation C.
1g,512	$\frac{9}{6}$	1,031	9°.14	16,14	−0°,272
1,680	$\frac{10}{6}$	1,033	10.28	15,60	−0.242
1,849	$\frac{11}{6}$	1,035	11.28	15,00	−0,21
2,016	$\frac{12}{6}=2$	1,038	12.28	14,80	−0,18
2,187	$\frac{13}{6}$	1,039	11.58	13,30	−0,24
2,353	$\frac{14}{6}$	1,041	11.50	11,25	−0,31
2,521	$\frac{15}{6}$	1,043	11.48	10,37	−0,38

On peut traduire ces résultats par des courbes en portant en abscisses les



poids de molybdate de sodium et en ordonnées les rotations, les résistances

et les abaissements des points de congélation; la courbe des rotations représentée par des traits discontinus et relative aux solutions étudiées est en tous points identique à celle obtenue par M. Gernez.

On constate que les trois courbes présentent un point anguleux très net sur une ordonnée dont l'abscisse correspond à $2^g,016$ de molybdate de sodium [1], ce qui indique la formation d'un composé résultant de la combinaison entre 1^{mol} d'acide tartrique et 2^{mol} de molybdate de sodium.

D'autre part, tandis que l'allure des courbes représentant les rotations et les résistances des solutions ne permet pas d'affirmer nettement la formation d'un composé entre 1^{mol} d'acide tartrique et 1^{mol} de molybdate de sodium, le point anguleux présenté par la courbe de cryoscopie montre bien l'existence de ce composé.

Je poursuis ces recherches.

MINÉRALOGIE. — *Le granite alcalin des nappes de la Corse orientale.* Note de MM. **Pierre Termier** et **Jacques Deprat**, transmise par M. Michel Lévy.

Le granite, plus ou moins laminé, souvent même complètement broyé jusqu'au point d'être méconnaissable, joue, dans la constitution des nappes de la Corse orientale, un rôle si important qu'il nous a semblé utile de faire connaître les caractères pétrographiques essentiels de cette roche, considérée dans son type le plus habituel.

Ce type est celui qui a été distingué et décrit par M. Nentien sous les noms de *granulite protoginique* et de *protogine* [2], et dont on trouve de beaux exemplaires dans les gorges de la Restonica, du Tavignano, du Golo, de l'Asco et dans les escarpements qui dominent le village de Castirla. C'est lui qui forme, presque exclusivement, les montagnes granitiques des Egriates et du Tende, lui encore qui reparaît à l'est de Saint-Florent, près d'Oletta, et jusqu'au voisinage de Bastia.

C'est un *granite alcalin*, largement cristallisé, très riche en quartz (enfumé ou

(1) La courbe des densités, non figurée ici, présente également une discontinuité pour cette teneur.

(2) E. Nentien, *Étude sur la constitution géologique de la Corse* (*Mémoires pour servir à l'explication de la Carte géologique de la France*, p. 64, Paris, 1897).

légèrement violacé), très pauvre en biotite. On y distingue, à l'œil nu, deux feldspaths : l'un blanc, ou blanc jaunâtre, ou blanc rosé, ou enfin rose, qui est le plus souvent très frais; l'autre verdâtre, cireux et évidemment très altéré. Au microscope, le premier de ces deux feldspaths s'affirme comme une microperthite, à fond d'orthose; le second, comme un plagioclase très voisin de l'albite pure et fortement kaolinisé. La biotite est toujours plus ou moins décomposée, soit en mica blanc, avec séparation d'un peu de sphène; soit en chlorite, avec séparation d'un peu d'épidote; soit, enfin, en un minéral inconnu, déjà signalé par M. Nentien (fines aiguilles brunes, très polychroïques et très biréfringentes), et qui est en cristaux trop petits et trop disséminés pour qu'on puisse l'isoler et le définir. Çà et là, on trouve du zircon et de l'allanite.

Voici l'analyse, par M. Pisani, d'un échantillon moyen, très frais et à peu près épargné par le laminage, provenant des gorges de la Restonica. Nous mettons en regard la moyenne de six analyses (par M. le Dr Rüst, de Genève) de *granite du Pelvoux* :

	Granite	
	de la Restonica.	du Pelvoux.
SiO^2	77,50	76,20
TiO^2	0,06	non dosé
Al^2O^3	11,80	12,73
Fe^2O^3	0,41	1,85
FeO	0,72	non séparé de Fe^2O^3
MgO	0,65	0,52
CaO	0,39	0,85
K^2O	4,18	4,66
Na^2O	3,10	3,35
Perte au feu	1,90	0,78
Total	100,71	100,94

Le granite de la Restonica est donc un *granite alcalin*, fort semblable au *granite du Pelvoux*. Sa composition minéralogique, d'après l'analyse ci-dessus, est à peu près la suivante, sur 100 : 24 orthose, 26 albite, 2 anorthite, 3 kaolin, 1 biotite, 4 chlorite, 40 quartz. La plus grande partie de l'albite est comprise dans la microperthite.

A côté de ce type dominant, il y en a d'autres, le plus souvent aplitiques ou pegmatoïdes, et qui sont aussi, le plus souvent, des granites alcalins. Le plus important de ces autres types est celui qui forme les deux rives de l'Asco, au nord de Ponte-Leccia, et la région de Piedigriggio et de Popolasca. C'est un granite pegmatoïde à microperthite rose et rouge, parfois avec microcline où intervient l'oligoclase, avec de rares cristaux de biotite, riche en zircon; il est à peu près identique comme composition à

la *granulite* des Calanques entre Piana et Porto ([1]). D'autres types, *beaucoup plus rares,* s'écartent des précédents; ainsi quelquefois (pont sur l'Asco au nord de Ponte-Leccia), on trouve des granites laminés à muscovite, ou des types riches en hornblende et biotite (Scala de Santa Regina, Scala du Monte Renoso).

Ainsi que l'un de nous l'a montré en 1905 ([2]), la bande de roches granitiques plus ou moins laminées que M. Nentien a englobées sous le nom de *protogine* est loin d'être homogène, surtout près de sa terminaison méridionale. Le caractère commun est donné par le laminage, plutôt que par la constance de la composition minéralogique et de l'aspect. Il nous semble donc qu'il vaut mieux ne plus se servir du mot *protogine*, quand on parlera des roches de Corse. Si l'on veut désigner le granite dominant des nappes corses, qui est bien celui que M. Nentien avait en vue quand il a distingué la protogine, il convient, suivant nous, de l'appeler *granite alcalin de la Restonica*, ou *granite alcalin des nappes de la Corse orientale.*

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'urohypertensine.* Note de MM. **J.-E. Abelous** et **E. Bardier**, présentée par M. Bouchard.

Dans une Communication antérieure (18 mai 1908), nous avons montré qu'on pouvait séparer par l'acide oxalique, de l'extrait éthéré d'urine humaine normale, un précipité qui, repris par l'eau, fournit une solution douée d'un pouvoir vaso-constricteur énergique.

L'étude que nous venons de faire de cette action nous a conduits aux résultats suivants :

1° L'élévation de la pression artérielle est en rapport avec la quantité de substance dissoute, c'est-à-dire proportionnelle à la quantité d'urine traitée;

2° Cette élévation de pression se manifeste tout aussi intense après la section du bulbe et des nerfs vagues;

3° Elle se reproduit avec les mêmes caractères et la même intensité quand, après la section du bulbe, on a détruit la moelle épinière par un courant d'eau chaude (méthode de M. E. Gley);

([1]) J. Deprat, *Bull. Carte géol. Fr.*, n° 119, t. XVIII, mai 1908.

([2]) J. Deprat, *L'origine de la protogine de Corse* (*Comptes rendus,* t. CXLI, p. 151).

4° Enfin, si l'on administre au sujet (chien) une très forte dose de chloral qui, comme l'a montré M. François-Franck, paralyse les ganglions nerveux, on obtient encore une élévation de pression manifeste, quoique bien moins marquée qu'avant l'intoxication chloralique.

Il résulte de ces faits que l'action vaso-constrictive est principalement d'origine périphérique. La substance hypertensive agit en excitant les ganglions périphériques du grand sympathique et aussi, bien qu'à un moindre degré, les fibres musculaires des vaisseaux.

Nous proposons de donner à cette substance le nom d'*urohypertensine*, sans vouloir préjuger de sa pureté, car le précipité obtenu dans l'extrait éthéré d'urine par l'acide oxalique possède, à côté de l'action vaso-constrictive, un effet manifeste sur les centres respiratoires (polypnée) ainsi que sur certaines sécrétions (salivaire, lacrymale et nasale).

Ces effets complexes sont-ils dus à une seule substance ou, comme nous le pensons, à plusieurs agents distincts? C'est là ce que des expériences en cours nous permettront, comme nous l'espérons, d'élucider.

PHYSIOLOGIE. — *La grandeur relative de l'œil et l'appréciation du poids encéphalique.* Note [1] de M. **Louis Lapicque**, présentée par M. Dastre.

1° Chez les Vertébrés inférieurs, j'ai trouvé, avec M. Laugier, qu'il existe entre la grandeur de l'œil et le poids de l'encéphale une relation évidente sans calcul.

Exemples : *Rana esculenta* et *Rana fusca* présentent à peu près le même poids du corps ; elles ne paraissent pas se distinguer l'une de l'autre quant à la complexité de leur vie de relation ; or l'encéphale de *R. esculenta* est plus lourd que l'encéphale de *R. fusca*, de 20 pour 100 environ ; le diamètre transversal de l'œil varie de l'une à l'autre à peu près dans le même rapport. L'encéphale de *Lacerta viridis* est presque triple (en poids) de celui d'*Anguis fragilis* ; le diamètre de l'œil du premier est un peu plus que double de celui du second. Une Dorade, *Pagellus centrodontus*, se distingue parmi les *Sparidæ* par les dimensions considérables de ses yeux ; son encéphale l'emporte d'un tiers (toujours à poids du corps égal) sur celui d'une espèce voisine à œil plus petit.

[1] Présentée dans la séance du 13 juillet 1908.

Réciproquement, *Alytes obstetricans* et *Hyla arborea*, avec des poids du corps dont l'un est presque le double de l'autre, ont des yeux à peu près égaux; leurs poids encéphaliques sont aussi à peu près égaux ([1]).

La surface rétinienne a donc, sur le poids de l'encéphale, une influence prépondérante par rapport aux autres surfaces somatiques.

2° Cette prépondérance se retrouve chez les Mammifères; mais ici, pour s'en rendre compte, il faut d'abord déterminer la loi suivant laquelle la grandeur de l'œil varie avec la grandeur du corps entre animaux semblablement organisés.

Il est classique que « la grandeur [relative] de l'œil est en raison inverse de la grandeur du corps » (Haller); c'est-à-dire que les dimensions de l'œil varient moins que les dimensions homologues du corps en général. Il est assez difficile de trouver les éléments d'un calcul précis. J'ai mesuré : chez le Chat domestique, pour un poids corporel de 3^{kg}, un diamètre oculaire transversal de 20^{mm}; chez la Panthère, pour un poids de 40^{kg}, un diamètre oculaire de 28^{mm}. En calculant sur ces chiffres, on trouve que la surface rétinienne varie moins vite que la racine carrée et plus vite que la racine cubique de la surface corporelle; une telle relation n'a pas de signification géométrique; d'autre part, les données expérimentales sont généralement, comme ici, le poids du corps et le diamètre oculaire; il est donc préférable d'établir la relation directement entre ces données : on trouve alors que les diamètres oculaires sont entre eux sensiblement comme les racines huitièmes des poids corporels. Cette relation, essayée sur tous les chiffres que j'ai pu me procurer, m'a paru convenable au moins comme première approximation.

Nous appellerons *coefficient oculaire* d'un animal *le quotient de son diamètre oculaire transversal moyen* (en millimètres) *par la racine huitième de son poids corporel* (en grammes).

REMARQUE. — Dans l'espèce *Chien domestique* (et, généralement, dans l'intérieur d'une espèce donnée), le poids encéphalique varie moins vite que la puissance 0,56 du poids corporel (loi de Dubois); il varie comme la puissance 0,25 de ce poids (Lapicque) ([2]).

Dans l'espèce Chien domestique, le diamètre oculaire ne varie que de 20^{mm} à 23^{mm} quand le poids du corps varie de 5^{kg} à 40^{kg}, soit comme la racine quinzième de ce poids; c'est-à-dire que l'*exposant de relation* oculaire est diminué, par rapport à ce qu'on observe entre espèces dictinctes, dans la même proportion (eu égard à la précision de nos mesures) que l'exposant de relation encéphalique.

([1]) Voir LAPICQUE et LAUGIER, *Société de Biologie*, 20 juin 1908.

([2]) *Société d'Anthropologie de Paris*, 6 juin 1907.

3° Si maintenant l'on compare le coefficient oculaire défini ci-dessus au coefficient céphalique (quotient du poids encéphalique par la puissance 0,56 du poids corporel), la relation dont nous parlions devient facilement apparente. Voici quelques exemples chez les Mammifères :

	Poids du corps.	Poids de l'encéphale.	Diamètre oculaire.	Coefficient de céphal. 10^2.	Coefficient oculaire.
Musaraigne........	8,8	0,17	1,0	5	0,8
Rat...............	370	2,30	5,5	8	2,6
Gerboise..........	295	2,56	10	11	4,9
Marmotte..........	3000	12,0	16	13	5,9
Lapin de garenne...	1460	10,5	17	19	6,9
Chat..............	3000	29	20	33	7,4
Panthère..........	40000	133	28	35	7,5
Renard............	5500	47	19	38	6,5
Chien (moyen).....	17000	87	22	37	6,5
Chameau...........	625000	650	43	38	8,1
Gazelle...........	68000	216	40	43	10
Cheval............	368000	532	50	41	10
Homme.............	66000	1360	23	273	5,7

La famille des Rongeurs est particulièrement significative : dans ce groupe, en effet, le coefficient céphalique présente de grandes divergences que E. Dubois a signalées comme une énigme. Pour les espèces citées ici, on voit que ces divergences suivent presque exactement les différences dans les dimensions relatives de l'œil.

Le coefficient céphalique extrêmement bas des insectivores coïncide avec un extrêmement petit coefficient oculaire.

Inversement, au grand œil des Herbivores, nettement exprimé par le coefficient oculaire, correspond un encéphale relativement très pesant ; la liaison des deux grandeurs est soulignée par le cas du Chameau, dont le coefficient oculaire un peu moindre est accompagné d'un coefficient céphalique moins élevé.

4° Puisqu'il en est ainsi, la considération de ce facteur rétinien modifie notablement la signification du coefficient céphalique (coefficient de céphalisation de Dubois). Assurément, l'acuité sensorielle est un élément non négligeable de l'intelligence : il est même remarquable, à ce propos, de voir, dans un groupe où les hémisphères cérébraux ont pris un tel développement, la relation quantitative entre l'œil et l'encéphale total restée aussi étroite que chez les Poissons, où les lobes optiques font le quart et même le tiers de l'encéphale. Mais ce qu'on avait espéré trouver dans le coefficient céphalique,

c'était la mesure de la coordination nerveuse supérieure, abstraction faite de toute question de grandeur somatique. On est d'accord maintenant sur ce point, qu'une telle mesure doit être exprimée par un coefficient, non par un terme additif; mais le coefficient de Dubois ne donnait cette mesure qu'autant que la richesse relative de chaque espèce d'innervation, sensorielle ou motrice, resterait constante en passant d'un animal à un autre. Nous venons de voir que la richesse relative en innervation visuelle, d'une part, varie beaucoup, d'autre part, influe considérablement sur le développement quantitatif total de l'encéphale.

Il y a donc, de ce fait, une correction parfois importante à introduire avant que d'apprécier la supériorité intellectuelle par le coefficient en question. Sans essayer actuellement d'effectuer numériquement cette correction, on voit facilement, par l'examen des deux dernières colonnes du Tableau, qu'on obtiendrait ainsi une amélioration notable de l'appréciation des espèces. Le Lapin n'est pas deux fois et demie plus intelligent que le Rat; de même, la supériorité des Ruminants sur les Canidés est visuelle, non intellectuelle.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Contribution à l'étude de la constitution des nucléo-protéides. Recherches sur les constituants de la pepsine.* Note de MM. **L. Hugounenq** et **A. Morel**, transmise par M. Armand Gautier.

Nous nous sommes proposé non pas d'étudier la constitution de l'agent protéolytique à l'état de pureté, mais de rechercher quels sont les corps chimiquement définis qu'on peut retirer de la pepsine extractive. Cette matière nous intéressait en tant que source de nucléo-protéides glandulaires; car, si la constitution des nucléo-protéides du sperme, du thymus, des leucocytes a été élucidée par de nombreux chimistes, on n'en pourrait dire autant des protéides nucléaires élaborés par des glandes proprement dites. Un travail de Pekelharing avait bien signalé la présence de la xanthine et des sucres réducteurs dans les produits d'hydrolyse de la pepsine; mais aucune recherche d'ensemble n'avait été effectuée sur la nature des albumines soudées dans ce cas à l'acide nucléique.

La méthode que nous avons décrite dans notre dernier Mémoire [1] nous a permis d'étudier les corps azotés constitutifs de la pepsine, en opérant

---

[1] L. Hugounenq et A. Morel, *Comptes rendus*, juin 1908, p. 1291.

sur 4^{kg} de matière mis gracieusement à notre disposition par les établissements Byla, de Gentilly, auxquels nous adressons tous nos remercîments.

Cette pepsine extractive avait été obtenue par digestion de la muqueuse rouge de la grande courbure du porc dans quatre fois son poids de HCl à 2 pour 1000, au bain-marie, à 50°. Après concentration en extrait, le titre est de 200. La consistance est celle d'un extrait mou et poisseux qui retient encore 25 pour 100 d'eau et 3,72 pour 100 de cendres. L'analyse immédiate permet d'en extraire, à l'état libre, 0,45 pour 100 de tyrosine et 0,8 pour 100 d'un mélange de leucine et de valine qui cristallisent quand on neutralise la solution aqueuse de la matière.

La pepsine a été hydrolysée en plusieurs fractions de 1^{kg} chacune, soit par SO^4H^2 à 50 pour 100, soit par HCl à 30 pour 100, à l'ébullition; soit par HFl à 25 pour 100, au bain-marie, méthode bien préférable aux précédentes, ainsi que nous l'avons démontré. Nous avons étudié les produits d'hydrolyse sous forme de cristaux ou de dérivés cristallins. Le Tableau suivant fait connaître les proportions de constituants que nous avons recueillies.

	Pour 100 du produit sec (cendres déduites).
Tyrosine	1,7
Alanine	3,2
Valine	7,5
Leucine	11,4
Phénylalanine	2,2
Pseudo-histidine [1]	0,4
Lysine	6,5
Pseudo-lysines [2]	0,5
Arginine	2,0
Adénine	0,5
Xanthine	moins de 0,01 pour 100
Guanine	0,2
Glucosamine	1,4

Nous pouvons résumer comme suit les faits précédents :

1° La pepsine extractive contient, à l'état libre, quelques acides monoamidés, formés par autodigestion probablement.

2° Nous n'y avons trouvé aucun des termes suivants : glycocolle, acides aspartique et glutamique, sérine, proline, cystine, acide diamino-dodécanoïque. Il est bon d'observer néanmoins que cette constatation n'a que la portée d'un fait négatif.

3° La proportion des corps monoamidés par rapport aux diamines est plus forte que dans les protamines et les histones.

---

(1) Composé nouveau.

(2) Voir plus loin pour ce qui concerne ces corps.

4° Nous n'avons pas rencontré d'histidine, mais du groupe de diamines précipitables par l'argent nous avons isolé un corps en $C^4H^8Az^2O^2$ que nous avons analysé en nature et à l'état de dérivé benzoylé. C'est cette substance que nous désignons sous le nom de *pseudo-histidine*. Nous l'étudierons prochainement.

5° Dans l'alcool mère du picrate de lysine, nous avons trouvé deux picrates très bien cristallisés en prismes volumineux. L'un d'entre eux, fusible à 216°, est le dérivé d'un corps en $C^{11}H^{21}Az^3O^5$ qui paraît être une dipeptide provenant de l'union de la lysine avec l'acide glutamique

$$C^6H^{12}AzO^2.AzH - CO.C^5H^8AzO^2.$$

Dans un précédent Mémoire [1], nous avons déjà appelé l'attention sur ces peptides cristallisés obtenus en petite quantité au cours de l'hydrolyse des matières protéiques et analysé des dérivés de l'arginine avec la proline et l'acide aspartique. L'existence de ces peptides paraît être un fait assez général.

6° La pepsine, en se dédoublant, fournit des bases puriques, mais pas de xanthine en quantité appréciable, lorsqu'on évite au cours des opérations d'oxyder la guanine et l'adénine, seuls corps puriques séparés par nous.

7° Nous n'avons pas trouvé de corps pyrimidiques (thymine, uracyle, cytosine).

8° Comme sucre azoté, nous avons extrait la glucosamine, isolée à l'état de combinaison avec l'isocyanate de phényle.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la signification séméiologique de l'indoxyle urinaire. Recherche de l'indol dans le pus.* Note [2] de M. **Ch. Porcher**, présentée par M. Dastre.

Il est classique de dire que le symptôme indoxylurie peut être lié à l'existence d'une collection purulente en un point quelconque de l'organisme [3].

Cette notion est, à première vue, logique, car dès l'instant où il est démontré que la production de l'indol est, dans l'intestin, sous la dépendance effective d'un processus bactérien qui s'attaque à certaines substances

(1) L. Hugounenq et J. Galimard, *Comptes rendus*, 23 juillet 1906.

(2) Présentée dans la séance du 13 juillet 1908.

(3) Consulter pour la bibliographie la Thèse de mon élève, M. Hervieux : *Recherches biochimiques sur l'indol et l'acide glycuronique*. Paris, Sorbonne, juin 1908.

protéiques, on peut concevoir également que cet indol puisse apparaître partout, conséquemment dans des régions autres que l'intestin, où pulluleront des germes capables de décomposer les matières albuminoïdes : c'est le cas dans les collections purulentes.

Toutefois, une rectification *a priori* est ici nécessaire. La production de l'indol aux dépens des substances protéiques est, en effet, une propriété qui n'est nullement dévolue à tous les microbes, quels qu'ils soient. C'est aujourd'hui un fait bien établi, d'ordre expérimental, qui ne peut donc cadrer avec l'opinion classique rappelée plus haut, laquelle admet la présence de l'indol dans tous les pus indistinctement, quelle qu'en soit la nature. Il était, au surplus, facile de résoudre la question, et pour cela la recherche systématique de l'indol dans les pus les plus divers s'imposait.

Voici la technique que j'ai suivie pour déceler l'indol :

25^{cm^3} à 50^{cm^3} de pus sont dilués dans 1^l d'eau; on ajoute 4^{cm^3} à 5^{cm^3} de lessive de soude, puis on distille dans un courant de vapeur d'eau. Les eaux d'entraînement (on en recueille 1^l à $1^l,5$) sont épuisées deux fois successivement par 10^{cm^3} à 15^{cm^3} de benzène très pur et l'indol est recherché dans le mélange des deux extraits benzéniques avec le réactif si sensible d'Ehrlich, la *p*-diméthylaminobenzaldéhyde ([1]).

On peut encore opérer en faisant l'extraction directe de l'indol soupçonné au moyen du benzène. Le pus, non dilué cette fois, est agité pendant quelques minutes, à la température de 40° à 50°, avec du benzène. On a pris soin d'ajouter quelques gouttes de lessive de soude dans le cas où le pus serait trop épais. On porte ensuite à la centrifugeuse pour disloquer l'émulsion et séparer le benzène dans lequel on recherche l'indol.

Certains pus abandonnant au benzène des pigments plus ou moins jaunâtres qui peuvent fausser ou gêner la réaction colorée que donne la *p*-diméthylaminobenzaldéhyde, j'estime, par l'examen comparatif que j'ai pu faire des deux méthodes dont il vient d'être parlé, que la première est préférable à la seconde. Elle offre, en outre, plus de sécurité. C'est qu'en effet, la réaction d'Ehrlich n'est nullement spécifique de l'indol; mais il faut bien reconnaître toutefois que les conditions dans lesquelles on opère ici restreignent singulièrement le choix que l'on est amené à faire des corps susceptibles de réagir avec la *p*-diméthylaminobenzaldéhyde, et il n'est pas douteux que l'indol est le seul d'entre eux (la présence du scatol n'ayant pas encore été signalée dans le pus) qui puisse passer à la distillation lorsqu'on utilise la première méthode (entraînement à la vapeur d'eau après alcalinisation de la dilution purulente).

Au surplus, il m'a été possible, avec quelques pus qui contenaient de l'indol, de caractériser celui-ci par une réaction qui ne laisse aucun doute quant à la nature chimique du corps entraîné par la vapeur d'eau. Par l'emploi de l'eau oxygénée, réaction que j'ai été le premier à signaler, j'ai pu transformer la fort petite quantité d'indol contenue dans l'extrait benzénique, après, bien entendu, distillation préalable du benzène, d'abord en indoxyle, puis en indigo ([2]). C'est là un fait des plus inté-

---

([1]) Voir la Thèse d'Hervieux, p. 7.

([2]) *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. III, 1908, p. 229.

ressants et de très haute valeur, car l'indol est le seul, entre les composés qui donnent des réactions colorées avec la *p*-diméthylaminobenzaldéhyde, qui soit capable de fournir de l'indigo dans les circonstances qui viennent d'être rappelées ([1]).

En possession d'une technique que je pense devoir donner toute satisfaction, j'ai recherché l'indol dans les collections purulentes les plus diverses comme espèces animales (cheval, chien, chèvre, porc, vache), comme siège (abcès sous-cutanés, abcès de la mamelle, des poches gutturales, du fourreau, abcès ganglionnaires, arthrites purulentes), comme nature (affections streptococciques, staphylococciques, colibacillaires).

Sans entrer dans le détail des 25 observations que m'ont procurées les animaux, je dirai que 9 fois seulement la recherche de l'indol a été positive; 13 fois elle fut négative et 3 fois le résultat fut douteux, car l'anneau coloré qui caractérise la réaction d'Ehrlich fut lent à se produire et extrêmement peu marqué.

Somme toute, les pus ne contiennent pas tous de l'indol et il semble rationnel d'admettre que la qualité du pus, au point de vue qui nous occupe, doit être sous la dépendance absolue du microbe qui a provoqué le développement de l'abcès. En d'autres termes, il y a lieu de penser que l'on ne devra rencontrer d'indol dans une collection purulente que lorsque celle-ci sera due à un germe capable de donner de l'indol dans les cultures *in vitro*.

J'ajouterai que, lorsqu'il m'a été donné de rencontrer de l'indol dans le pus, cela n'a jamais été qu'en quantités extrêmement faibles (fractions de milligramme); il s'agit là de doses qui ne pourraient vraiment pas suffire à provoquer une indicanurie marquée.

On ne saurait donc rattacher avec raison une élimination exagérée d'indoxyle à une fonction pyogénique s'exerçant en un point quelconque de l'économie. Il ne faut pas oublier que l'intestin est un lieu de constante production d'indol et que le moindre trouble dans son fonctionnement peut amener un excessif développement des putréfactions microbiennes, juxtaposées aux processus diastasiques de la digestion normale qu'elles entravent, et conséquemment une fabrication exagérée d'indol.

En un mot, c'est toujours du côté de l'intestin qu'il faut regarder pour trouver l'explication d'une indoxylurie qu'on juge anormale.

([1]) L'étude du spectre d'absorption de la solution aqueuse de la couleur rouge donnée par l'indol avec la *p*-diméthylaminobenzaldéhyde est également d'une grande valeur (voir la Thèse d'Hervieux).

PHARMACODYNAMIE. — *Recherches sur l'action pharmacodynamique du cyclohexane et de quelques-uns de ses dérivés.* Note de MM. A. **Brissemoret** et J. **Chevalier**, présentée par M. Guignard.

Ces recherches ont été entreprises pour vérifier le principe énoncé par l'un de nous (Brissemoret, *C. R. S. B.*, t. LXIV, 1908, p. 253) :

« Le sens de l'action pharmacodynamique d'un composé organique non azoté est orienté par la fonction de support, c'est-à-dire par l'hydrocarbure. »

Pour cette vérification, nous avons utilisé de préférence la série du cyclohexane, parce que des alcools de cette série, la quercite et les inosites, existent chez un grand nombre d'êtres vivants, et nous avons tenté de caractériser l'action sur le cœur de divers représentants de cette série, parce que l'inosite, élément normal de la fibre musculaire, est plus abondamment contenue dans le muscle cardiaque.

Nous avons employé, pour nos recherches, le cyclohexane C^6H^{12} en solution aqueuse saturée, le cyclohexanol $C^6H^{11}OH$ en solution aqueuse saturée, la quercite $C^6H^7(OH)^5$ en solution aqueuse à 0,5 et à 1 pour 1000, l'inosité *i*, $C^6H^6(OH)^6$, en solution aqueuse à 0,5 et à 1 pour 1000 : nous avons opéré sur le cœur de lapin, isolé par la méthode de Langendorff et irrigué avec du sérum de Locke auquel nous ajoutions les substances à expérimenter.

Dans ces conditions, la quercite et l'inosite *i* en solution à 0,5 pour 1000 déterminent l'accélération des mouvements cardiaques et augmentent leur énergie. En solution à 1 pour 1000, après une phase analogue de renforcement, ces deux corps produisent du ralentissement du cœur, des irrégularités, une tendance à la contracture, des périodes d'accélération, avec systoles incomplètes et finalement l'arrêt du cœur en systole, dur, contracturé, inexcitable.

Avec le cyclohexane et surtout le cyclohexanol, la prédominance des phénomènes nerveux déterminant les irrégularités est assez accentuée pour masquer presque complètement les manifestations musculaires que nous avions constatées avec les alcools précédents.

L'expérimentation faite avec le cyclohexane (40^{cm^3} de solution aqueuse saturée dans 1^l de sérum de Locke) met très nettement en relief les caractères communs à l'action pharmacodynamique de ces différentes substances : contracture du myocarde, phénomène contemporain d'une période d'accélération cardiaque et qui amène l'arrêt du cœur en systole; apparition prévue d'irrégularités cardiaques se traduisant par une dissociation du rythme des contractions auriculaires et ventriculaires, les premières

conservant leur rythme normal, les secondes ne s'effectuant que toutes les trois ou sept systoles auriculaires réalisant le phénomène désigné par les auteurs allemands sous le nom de *herzblock*; plus tard, apparaissent des systoles bigéminées avec une systole normale énergique suivie d'une systole incomplète : c'est à ce moment que le muscle se contracture, puis le rythme ventriculaire coïncide avec le rythme auriculaire, tous deux accélérés, et cet état persiste jusqu'à l'arrêt final du cœur.

Les troubles du rythme cardiaque sont beaucoup plus marqués avec le cyclohexanol qu'avec le cyclohexane et plus encore qu'avec la quercite et l'inosite, et les accents toxiques évoluent d'autant plus rapidement qu'on substitue le cyclohexane à la quercite et à l'inosite *i* et le cyclohexanol au carbure.

En résumé, le cyclohexane excite fortement les appareils nerveux intracardiaques et contracture le myocarde; le cyclohexanol agit plus fortement encore que le cyclohexane sur le système nerveux cardiaque et contracture prématurément le myocarde; au contraire, les manifestations musculaires produites par la quercite et l'inosite *i* sont plus apparentes parce que leur action nerveuse est plus atténuée que celle des deux corps précédents. L'action qu'exercent sur le cœur le cyclohexanol, la quercite et l'inosite *i* est donc due au squelette hydrocarburé qui leur est commun, mais l'introduction dans l'hydrocarbure d'un seul groupement fonctionnel alcool exagère l'action nervine; par contre l'accumulation dans le cyclohexane de plusieurs groupements fonctionnels alcool diminue la toxicité, l'irritation nerveuse et favorise l'action toni-myocardique.

Ces résultats n'ont pas seulement un intérêt théorique; l'existence de la quercite et des inosites dans le monde vivant permet d'envisager leur rôle biologique en recherchant d'une part dans quelle mesure ils président au fonctionnement des organes qui en renferment, d'autre part quelles modifications ils peuvent imprimer à l'organisme animal à titre d'agents pharmacodynamiques.

Cette partie du rôle biologique de la quercite et des inosites seule peut être discutée actuellement : nos expériences montrent, en effet, que ces corps, considérés jusqu'ici comme des substances inertes, possèdent une toxicité qui n'est pas négligeable. Pour la quercite, il semble que certains des phénomènes morbides connus en pathologie vétérinaire sous le nom de *mal de brou* lui soient imputables. L'inosite existe dans beaucoup de produits utilisés en médecine comme stimulants de l'activité musculaire : l'extrait de viande, l'extrait de feuilles de noyer, l'extrait de gui, la cochenille. Il faut, croyons-nous, dans l'action sur la fibre musculaire de ces différentes substances, et notamment de celle du gui, réserver une part à l'inosite. Cette action permettrait d'expliquer pourquoi la dépression de l'activité car-

diaque produite par la saponine du gui est atténuée lorsqu'on emploie l'extrait de gui et pourquoi cette dernière préparation est susceptible de fournir des résultats thérapeutiques dans les cas d'inertie utérine.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Recherches sur la présence des gaz rares dans l'atmosphère à diverses hauteurs.* Note de M. L. **Teisserenc de Bort**, transmise par M. Mascart.

L'étude de la haute atmosphère m'a conduit à rechercher la présence des gaz rares, particulièrement de l'argon, du néon et de l'hélium dans l'air recueilli à diverses hauteurs. L'intérêt de cette étude est encore augmenté par l'opposition qui existe entre les caractères de la circulation atmosphérique à diverses altitudes; tandis que la composition des couches basses et moyennes tend à être régularisée par le brassage permanent de l'air dû aux mouvements tourbillonnaires, la zone dite *isotherme* qui s'étend au-dessus est formée d'un feuilleté de courants superposés assez indépendants les uns des autres.

Je dois rappeler qu'en 1897 M. Cailletet a, le premier, procédé à des expériences à l'aide d'un appareil qu'il établit pour recueillir automatiquement de l'air. Ce dispositif, porté par l'*Aérophile* de MM. Hermite et Besançon, a permis à M. Müntz de déterminer la composition de l'air à grande hauteur et à M. Théodore Schlœsing de mesurer sa teneur en argon dans la prise du 18 février 1897 (voir *Comptes rendus* du 8 mars 1897).

Depuis cette époque, les découvertes de Sir William Ramsay ont montré l'existence dans l'air au niveau du sol de quatre nouveaux gaz qui accompagnent généralement l'argon.

Comme les ballons-sondes employés couramment sont d'assez petit volume, au plus une centaine de mètres cubes, j'ai cherché à établir un appareil beaucoup plus léger que celui que pouvait enlever l'*Aérophile*, me proposant aussi d'obtenir une certitude complète, tant au point de vue de l'altitude à laquelle est puisé l'air que de la pureté de la prise. L'appareil ne comporte en effet aucun robinet, graisse ou produit chimique servant à l'obturation.

Pour cela j'ai disposé des tubes ou des petits ballons de verre se terminant à une extrémité par une tubulure fermée qui sert au retour à puiser l'air dans le récipient, tandis qu'à l'autre extrémité le tube porte une pointe effilée fermée au chalumeau après que le vide a été fait. A ce récipient, convenablement abrité et suspendu, est fixé un mécanisme déclenché électriquement qui brise la pointe effilée au moment

voulu; quelques instants après, un second contact envoie le courant d'un petit accumulateur dans un fil de platine entourant la base de la pointe effilée. Ce fil porté au rouge fond le verre et scelle ainsi la prise d'air.

Les contacts sont réglés par un baromètre, si la prise d'air doit être effectuée à une hauteur donnée, ou par le mouvement d'horlogerie d'un enregistreur ordinaire porté par le ballon, si l'on se propose de recueillir l'air le plus haut possible.

Les premières observations ont été faites avec des tubes de quelques centimètres cubes seulement au mois de juillet 1907; des tentatives répétées ont eu lieu à bord de l'*Otaria*, pendant l'été dernier, par les soins de mes collaborateurs pour rapporter de l'air des régions élevées intertropicales. Mais l'atmosphère saline de la mer a empêché les contacts de fonctionner; au contraire, à Trappes, nous avons pu recueillir une série d'échantillons de l'air des hautes régions dont le volume à 760^{mm} variait entre 200^{cm^3} et 400^{cm^3}.

Dans ces échantillons, j'ai recherché par le spectroscope la présence de l'argon et de ses compagnons, et cela par deux méthodes différentes. Les prises ont été divisées en deux parties : l'une dont on a extrait d'abord l'argon et les gaz rares par le calcium (1); l'autre qui a été soumise à l'action du charbon refroidi dans l'air liquide, absorbant l'oxygène, l'azote et l'argon de l'air, et laissant ainsi paraître les spectres de l'hélium et du néon.

Bien que cette étude doive être poursuivie assez longuement, je crois utile de résumer les résultats obtenus jusqu'à ce jour.

Dans toutes les prises, et quelle que soit leur hauteur, on constate, comme on devait s'y attendre, une proportion notable d'argon.

L'hélium, caractérisé surtout par sa raie jaune et quelques raies vertes et bleues, a été observé dans les prises faites depuis les couches basses jusqu'à 10^{km} de hauteur. Au contraire, dans les échantillons recueillis aux environs de 14^{km}, nous n'avons pu encore constater la présence de l'hélium, alors qu'en opérant sur le même volume, à la même pression et dans le même appareil, on retrouve d'ordinaire des traces nettes de ce gaz dans l'air au voisinage du sol.

Le néon (2), bien caractérisé par sa raie jaune et ses principales raies rouges, se voit nettement dans toutes les prises d'air traitées par les deux méthodes.

---

(1) Cette méthode est due à M. Moureu et remplace avantageusement l'absorption de l'azote et de l'oxygène par le magnésium, employée par Lord Rayleigh et Sir William Ramsay.

(2) Pour conserver le néon dans les tubes d'analyse spectrale, j'ai substitué aux électrodes d'aluminium généralement en usage des électrodes de cuivre qui l'absorbent peu, tandis qu'avec l'aluminium le spectre de ce gaz ne tarde pas à disparaître, si le néon est en petite quantité dans le tube.

Ce résultat semble justifier l'identification de plusieurs des raies observées dans le spectre des aurores boréales avec celles du néon, sous cette réserve que la raie jaune $\lambda = 5852$ n'a pu être retrouvée dans l'aurore, alors qu'elle est très brillante dans les divers échantillons d'air.

Je saisis cette occasion pour remercier Sir William Ramsay des conseils qu'il a bien voulu me donner lorsque je lui ai exposé, en janvier dernier, mes premières recherches.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 juillet 1908.

Institut de France. Académie des Sciences. *Rapport de la Commission chargée de proposer pour l'année 1908 la répartition des subventions du Fonds Bonaparte*, présenté dans la séance du 29 juin 1908 par M. G. Darboux. (Extr. des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. CXLVI, p. 1431.) Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Leçons sur le carbone, la combustion, les lois chimiques, professées à la Faculté des Sciences de Paris, par Henry le Chatelier, Membre de l'Institut. Paris, Dunod et Pinat; A. Hermann, 1908; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Traité de l'alimentation et de la nutrition à l'état normal et pathologique, par le Dr E. Maurel; T. I. *Nos aliments : Origine, évolution, minéralisation, élimination*. T. II. *La ration à l'état normal : Ration moyenne d'entretien de l'adulte; ration de croissance et après l'âge adulte*. Paris, O. Doin, 1906 et 1908; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Observations sur les cours d'eau et la pluie centralisées pendant l'année 1906, sous la direction de M. Maurice Levy, par MM. Nouailhac-Pioch et E. Maillet; Résumé et Atlas. Paris, Ponts et Chaussées, Service hydrométrique du Bassin de la Seine; 1 fasc. in-4° et 1 fasc. in-f°.

Annales de la Société d'Agriculture, Industrie, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de la Loire; 2e série, t. XXVIII, 1re livraison. Saint-Étienne, J. Thomas, 1908; 1 fasc. in-8°.

Le Centre médical et pharmaceutique; 14e année, n° 1, 1er juillet 1908. Commentry (Allier); 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers; 5e série, t. X, année 1907. Angers, Germain et G. Grassin, 1907; 1 vol. in-8°.

The American Ephemeris and Nautical Almanac for the year 1911. Washington, Bureau of Equipment, 1907; 1 vol. in-4°.

Francis Drake, on the northwest coast of America in the year 1579, by GEORGES DAVIDSON. (*Transaction and proceedings of the geographical Society of the Pacific:* 2e série, t. V, 1908.) San Francisco; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Geodetic Survey of South Africa: t. V : *Reports on the geodetic Survey of the Transvaal and Orange River Colony*, executed by colonel sir W.-G. MORRIS, and of its connection, by captain H.-W. GORDON, *with the geodetic Survey of Southern Rodesia*, with a preface and introduction, by sir DAVID GILL. Londres, Harrison et fils, 1908; 1 vol. in-f°.

A sketch of the geography and geology of the Himalaya mountains and Tibet, by colonel S.-G. BURRARD and H.-H. HAYDEN. I : *The high peaks of Asia.* II : *The principal mountain ranges of Asia.* III : *The rivers of the Himalaya and Tibet.* Calcutta, Superintendent Government printing, India, 1907; 3 fasc. in-4°.

Annals of the astronomical Observatory of Harvard College: t. L : *Revised Harvard photometry, a Catalogue of* 9110 *stars;* t. LXI, Part I : *Researches of the Boyden department*, by WILLIAM-H. PICKERING; Part II : *Observations made at the auxiliary stations* 1892-1895. Cambridge, Mass., 1908; 3 fasc. in-4°.

Annals of the astrophysical Observatory of the Smithsonian Institution; t. II : by C.-G. ABBOT and F.-E. FOWEL. Washington, 1908; 1 vol. in-4°.

Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique de l'Université d'Upsala; t. XXXIX, année 1907, par F. AKERBLOM. Upsala, 1907; 1 vol. in-4°.

Magnetische und meteorologische Beobachtungen an der k. k. Sternwarte zu Prag im Jahre 1907, herausgegeb. v. L. WEINEK; Jahrgang 68. Prague, 1908; 1 fasc. in-4°.

Rapporto annuale dello I. R. Osservatorio marittimo di Trieste, contenente le osservazioni meteorologiche di Trieste e di alcune altre stazioni adriatiche, per l'anno 1904, redatto da EDOARDO MAZELLE; t. XXI. Trieste, 1908; 1 fasc. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 JUILLET 1908.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHILOSOPHIE DES SCIENCES. — *Sur la nécessité de faire intervenir les trois dimensions de l'espace, pour que les directions successives des deux droites mobiles joignant le Soleil et une planète à la Terre déterminent, d'une manière simple, les variations relatives de grandeur de ces droites.* Note de M. J. **Boussinesq**.

1. J'ai montré récemment ([1]) que, si l'on admet, pour une planète et pour la Terre, dans leurs mouvements relatifs autour du Soleil, deux orbites *fermées* et décrites *périodiquement*, avec périodes données T, T', les deux droites D et δ joignant respectivement le Soleil à la Terre et la Terre à la planète ont dès lors leur rapport mutuel à chaque instant, et les variations relatives de chacune d'elles d'un instant à l'autre, complètement déterminés *par la suite de leurs directions dans l'espace*, ou de leurs cosinus directeurs respectifs (A, B, C) et (α, β, γ). Ma démonstration suppose toutefois que le plus petit multiple commun $m\text{T} = n\text{T}'$ des deux périodes T et T' contient un assez grand nombre de fois la première T pour que les valeurs de D aux instants

$$t = 0, \qquad t = \frac{\text{T}'}{m}, \qquad t = 2\frac{\text{T}'}{m}, \qquad t = 3\frac{\text{T}'}{m}, \qquad \ldots, \qquad t = (m-1)\frac{\text{T}'}{m}$$

suffisent à définir la fonction continue et périodique D.

([1]) Voir *Comptes rendus* du 13 juillet 1908, p. 96.

Mais elle suppose surtout, et j'aurais dû l'observer, que les trois corps ne restent pas dans un même plan fixe, ou que la planète se meut hors de l'écliptique; car si un plan fixe, qu'on pourrait prendre pour celui des xy, contenait sans cesse les trois corps, l'on aurait $\gamma = 0$, $C = 0$; et il ne subsisterait, des trois équations (2) de la Note citée, que les deux distinctes

$$(1) \qquad (AD - A_1 D_1) + (\alpha\delta - \alpha_1\delta_1) = 0, \qquad (BD - B_1 D_1) + (\beta\delta - \beta_1\delta_1) = 0.$$

Il faudrait donc se donner, par exemple, le rapport $\frac{D_1}{D}$, c'est-à-dire connaître les lois du mouvement de la Terre autour du Soleil, pour pouvoir déduire les rapports mutuels de δ, δ_1 et D, ou obtenir les lois du mouvement de la planète, aussi simplement que nous l'avons fait.

II. C'est, du reste, ce qu'on voit géométriquement, en appelant, par exemple, S le Soleil (fixe) et O, O_1 les deux positions de la Terre, c'est-à-dire de l'observateur, aux époques respectives t, $t + T$ où il voit la planète en un même point P de son orbite. Quand les deux plans SOP, SO_1P où se font, en O et O_1, les deux observations, sont distincts, leur intersection est une certaine droite, dont le point P commun avec le premier rayon vecteur géocentrique $\delta = OP$ de la planète, de direction connue, doit être aussi le point d'aboutissement du second rayon vecteur $\delta_1 = O_1P$, de direction également connue; ce qui rend solidaires les deux points O, O_1 et détermine le rapport $\frac{SO_1}{SO}$, c'est-à-dire $\frac{D_1}{D}$. La *forme* du quadrilatère gauche SOO_1P se trouve ainsi complètement définie par les directions des droites SO, OP, SO_1, O_1P, ou D, δ, D_1, δ_1. Mais lorsque, les deux plans SOP, SO_1P se confondant, leur intersection disparaît, on peut se donner à volonté les deux points O, O_1 sur leurs droites respectives SO, SO_1 prolongées indéfiniment; et la figure s'achève en tirant, dans les directions données du plan, les droites OP, O_1P, qui s'y couperont toujours quelque part, en un point P. Le rapport $\frac{SO_1}{SO}$, ou $\frac{D_1}{D}$, est donc laissé arbitraire par cette construction, et les directions respectives de D, δ, D_1, δ_1 ne déterminent plus la forme de la figure.

La question paraît donc devenir indéterminée, par la suppression de la coordonnée z, à peu près comme l'auraient été, dans le problème de l'orbite de Mars, les triangles qu'y considérait Képler, si la période T de cette planète s'était trouvée ou multiple, ou moitié de l'année T', et que, par suite, avec une orbite terrestre sensiblement circulaire, l'angle des deux droites δ, δ_1, menées de la Terre à Mars aux deux époques t et $t + T$, eût été infiniment voisin soit de zéro, soit (exceptionnellement) de deux droits.

III. On ne remédie pas à l'indétermination du rapport $\frac{D_1}{D}$, en considérant toutes les situations $O, O_1, O_2, \ldots, O_{m-1}, O_m$ ou O, de l'observateur terrestre, aux époques successives t, $t+T$, $t+2T$, $\ldots$, $t+(m-1)T$, $t+mT$, où la planète passe par le point P, jusqu'à l'instant où la Terre revient à sa première position O, et en essayant de faire entrer simultanément, dans les rapports à établir, tous les rayons correspondants $D, D_1, D_2, \ldots, D_{m-1}$, et D_m ou D, de l'orbite terrestre, avec les rayons vecteurs géocentriques analogues $\delta, \delta_1, \delta_2, \ldots, \delta_{m-1}$, et δ_m ou δ, de la planète. On introduira de la sorte, il est vrai, pour les joindre à (1), les équations

$$(2)\quad \left\{\begin{array}{l} (A_1 D_1 - A_2 D_2) + (\alpha_1\delta_1 - \alpha_2\delta_2) = 0, \\ (B_1 D_1 - B_2 D_2) + (\beta_1\delta_1 - \beta_2\delta_2) = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ (A_{m-2} D_{m-2} - A_{m-1} D_{m-1}) + (\alpha_{m-2}\delta_{m-2} - \alpha_{m-1}\delta_{m-1}) = 0, \\ (B_{m-2} D_{m-2} - B_{m-1} D_{m-1}) + (\beta_{m-2}\delta_{m-2} - \beta_{m-1}\delta_{m-1}) = 0, \end{array}\right.$$

en même nombre que les nouvelles inconnues (D_2, δ_2), $\ldots$, (D_{m-1}, δ_{m-1}), et enfin, *sans autre inconnue*, les deux relations

$$(A_{m-1} D_{m-1} - AD) + (\alpha_{m-1}\delta_{m-1} - \alpha\delta) = 0,$$
$$(B_{m-1} D_{m-1} - BD) + (\beta_{m-1}\delta_{m-1} - \beta\delta) = 0.$$

Mais ces dernières ne sont pas distinctes, car elles résultent évidemment de l'addition, membre à membre, des précédentes (1) et (2). Par conséquent, le nombre des équations homogènes dont on dispose est, comme précédemment, inférieur de deux unités à celui des inconnues, et le rapport $\frac{D_1}{D}$ reste, de ce chef, indéterminé.

IV. Il n'en est plus de même quand, mettant en jeu *la périodicité du mouvement de la Terre* et non plus seulement celle du mouvement de la planète, on considère, outre la situation P de celle-ci et les positions correspondantes $O, O_1, O_2, O_3, \ldots$ de la Terre, aux époques t, $t+T$, $t+2T$, $t+3T$, $\ldots$, la situation P' de la planète aux époques $t+T'$, $t+T+T'$, $t+2T+T'$, $t+3T+T'$, $\ldots$ où la Terre se trouve revenue aux mêmes points.

Appelons (ξ, η) les coordonnées de O, (ξ_1, η_1) celles de O_1, (ξ_2, η_2) celles de O_2; et soient toujours (x, y) les coordonnées de P, mais (x', y') celles de P'. Comme on connaît les neuf directions des droites (D, δ, δ'), $(D_1, \delta_1, \delta'_1)$, $(D_2, \delta_2, \delta'_2)$ joignant O, O_1, O_2 à S, P et P', les inclinaisons de

ces droites sur l'axe des x, savoir les neuf rapports

$$\left(\frac{\eta}{\xi}, \frac{y-\eta}{x-\xi}, \frac{y'-\eta}{x'-\xi}\right), \qquad \left(\frac{\eta_1}{\xi_1}, \frac{y-\eta_1}{x-\xi_1}, \frac{y'-\eta_1}{x'-\xi_1}\right), \qquad \left(\frac{\eta_2}{\xi_2}, \frac{y-\eta_2}{x-\xi_2}, \frac{y'-\eta_2}{x'-\xi_2}\right),$$

sont données : ce qui constitue un système de *neuf* équations linéaires homogènes entre les *dix* coordonnées inconnues, ou, après remplacement de (ξ, η), (ξ_1, η_1), (ξ_2, η_2) par (AD, BD), (A_1D_1, B_1D_1), (A_2D_2, B_2D_2), un système de *six* équations analogues entre les *sept* inconnues (D, D_1, D_2), (x, y) et (x', y'). Il en résulte, naturellement, les rapports mutuels de ces sept inconnues et, en particulier, les valeurs de $\frac{D_1}{D}$, $\frac{D_2}{D_1}$.

On trouvera de même, successivement, les rapports analogues, également cherchés, $\frac{D_3}{D_2}$, $\frac{D_4}{D_3}$, ...

La question présente donc la particularité d'une complication plus grande dans le cas du plan que dans celui de l'espace; et la raison en est que, la méthode simple y devenant illusoire, il y a nécessité de recourir à des combinaisons d'éléments plus nombreux.

La nature réalise justement, à très peu près, le cas apparaissant ici comme compliqué (mais qui est, en lui-même, éminemment simple), puisque les principales orbites planétaires sont presque dans le plan de l'écliptique. Cela indique, non pas qu'elle aime la complication, mais, peut-être, que la question proposée a quelque chose d'artificiel et d'indirect.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le sucre total du sang.* Note de MM. R. Lépine et Boulud.

Dans plusieurs Notes, particulièrement dans celle du 13 mai 1907, nous avons montré que, de deux échantillons du même sang, celui qui a séjourné quelques minutes à 58° (pour détruire le ferment glycolytique), et qui a été ensuite additionné d'invertine, puis laissé un quart d'heure ou une demi-heure à la température du laboratoire, ce dernier, disions-nous, possède un pouvoir réducteur bien supérieur à celui du premier échantillon. Nous avons expliqué ce fait, que nous avons observé dans des centaines d'expériences concordantes, par le dégagement de glycose aux dépens du sucre *virtuel* du sang. Le sucre dégagé par l'invertine dévie à droite et fermente avec la levure, et nos recherches faites, pendant toute cette année, ont confirmé la justesse de notre interprétation.

Dans d'autres Notes antérieures, nous avons aussi insisté sur le fait,

connu depuis Pavy, que si l'on divise en deux portions un extrait de sang et qu'on chauffe l'une d'elles au-dessus de 100°, en présence d'un acide, celle-ci possède un pouvoir réducteur supérieur à l'autre. Nous avions attribué cette augmentation du pouvoir réducteur à la déconjugaison de l'acide glycuronique, et cette explication paraissait d'autant plus vraisemblable qu'après la chauffe on observe que le pouvoir rotatoire est devenu nettement dextrogyre; mais cet acide est en trop faible proportion dans le sang pour que cette explication soit suffisante ([1]). Nous admettons donc aujourd'hui que la majeure partie de l'augmentation du pouvoir réducteur observée après le chauffage, en présence d'un acide, est due aussi à la mise en liberté de glycose qui se trouvait à l'état de sucre virtuel.

Mais qu'on emploie soit l'invertine, soit le chauffage en tube scellé, on n'obtient pas tout le sucre virtuel. On réussit beaucoup mieux si l'on a recours à l'acide fluorhydrique, ainsi que nous l'ont suggéré MM. Hugounenq et Morel, que nous remercions, à cet égard, de leur extrême obligeance ([2]). Voici comment nous procédons :

20^{g} de sang sont reçus dans du sulfate de soude chaud. Le caillot est épuisé à plusieurs reprises avec de l'eau bouillante contenant du sulfate de soude, puis séparé par centrifugation. Dans le liquide, on dose ce qu'on a appelé jusqu'à ce jour le *sucre du sang* (A). Mais il reste le sucre virtuel contenu dans le caillot. On le délaye dans 500$^{cm^3}$ d'eau qu'on introduit dans une sorte de cornue en plomb composée d'une capsule et d'un large couvercle s'emboîtant exactement; on ajoute 5^{g} d'une solution d'acide fluorhydrique à 50 pour 100. On place la cornue dans un bain-marie pendant une vingtaine d'heures; puis on neutralise avec une solution de potasse caustique; on concentre et l'on dose le sucre.

Le sucre obtenu B, qui représente la totalité ou la presque totalité du sucre virtuel, ajouté à A donne le sucre *total* du sang.

Dans le sang normal du chien, B atteint en général A, de sorte que le sucre total du sang s'élève, en général, à près de 2^{g} pour 1000^{g} de sang.

([1]) D'après M. Morel, et nous avons vérifié l'exactitude de son assertion, 100$^{cm^3}$ de sang *normal* de chien, distillés avec les précautions convenables, ne suffisent pas pour donner la réaction du furfurol. L'acide glycuronique fournissant 15 pour 100 de ce corps, on voit que la proportion d'acide glycuronique contenue dans le sang *normal* est assez faible.

([2]) D'après eux, l'acide fluorhydrique respecte les hydrates de carbone (libérés par l'hydrolyse des matières protéiques) beaucoup mieux que ne font les acides sulfurique et chlorhydrique (*Comptes rendus*, 15 juin 1908, p. 1293). Nous avons confirmé l'exactitude absolue de ce fait important.

Le sucre virtuel est augmenté après une forte ingestion ou injection intraveineuse de sucre. Voici, comme exemple, l'expérience suivante :

Chien ayant été antérieurement saigné :

	Sucre de l'extrait (A).	Sucre du caillot, ou sucre virtuel (B).
Sang artériel..............	0,90	0,51

6 heures après l'infusion intra-veineuse de 1^g de glycose par kilogramme :

Sang artériel..............	0,70	1,20

Le chien n'étant pas sain, 0,51 est faible : On aurait un chiffre plus élevé si le chien avait été neuf. D'autre part il n'y a pas lieu de s'étonner du chiffre 0,70 ; car il est de règle, *quelques heures après* une infusion de glycose, que le sucre A diminue. Nous avons depuis longtemps constaté des faits de genre.

CORRESPONDANCE.

Le **Conseil de l'Université de Cambridge** invite l'Académie à se faire représenter aux cérémonies par lesquelles il se propose de commémorer, les mardi 22, mercredi 23 et jeudi 24 juin 1909, le Centenaire de la naissance de *Charles Darwin* et le cinquantième anniversaire de la publication de l'*Origine des espèces*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Leçons sur les fonctions définies par les équations différentielles du premier ordre, professées au Collège de France, par Pierre Boutroux, avec une Note de M. Paul Painlevé. (Présenté par M. Paul Painlevé.)

ASTRONOMIE. — *La dispersion apparente de la lumière dans l'espace interstellaire et l'hypothèse de M. Lebedew.* Note de M. **J. Stein**, présentée par M. Bigourdan.

Dans sa Note présentée le 15 juin dernier à l'Académie, M. Lebedew, en rejetant l'hypothèse de la dispersion réelle dans l'espace, cherche les causes des phénomènes si intéressants découverts par MM. Nordmann et Tikhoff

dans les propriétés physiques de certaines étoiles variables. Il me semble que cette explication présente aussi des difficultés assez sérieuses.

Et d'abord elle s'applique aux seules variables du type d'Algol. Or M. Tikhoff, par la méthode des vitesses radiales, a trouvé pour l'étoile double β Aurigæ, qui n'est pas variable du tout, une différence de phase tout à fait analogue entre les orbites *rouge* et *bleue*. Il est bien vrai que le résultat obtenu par M. Tikhoff est encore assez incertain; mais, si les recherches ultérieures le confirment, on devra chercher une autre hypothèse pour expliquer ce fait.

Mais il y a une difficulté d'une autre nature. Bien que l'hypothèse de M. Lebedew soit un peu vague, il semble bien hors de doute qu'elle met en jeu l'absorption sélective de la lumière dans l'atmosphère du satellite. Or, M. Pannekœk, dans sa Thèse sur Algol (1), a donné un argument très plausible pour démontrer qu'en calculant l'éclat d'Algol pendant l'éclipse, on peut négliger l'augmentation graduelle de l'absorption dans l'atmosphère du satellite, et qu'on peut considérer celui-ci comme un disque obscur à contours nettement définis. Pour cela, il suffit d'admettre que l'absorption subie par un rayon lumineux en parcourant l'atmosphère est proportionnelle à la densité de celle-ci au point où le rayon est à sa distance minimum du centre du satellite.

La loi de décroissance de la densité de l'atmosphère terrestre avec la hauteur est encore très imparfaitement connue; en se contentant d'une première approximation, on peut mettre

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = e^{-\frac{1}{\delta}(h_1-h_2)} \quad (2),$$

où ρ_1 et ρ_2 sont les densités en deux altitudes, h_1 et h_2, exprimées en kilomètres.

Si la pesanteur sur le satellite d'Algol est g fois plus grande que sur la Terre, on aura pour ce corps

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = e^{-\frac{g}{\delta}(h_1-h_2)}.$$

Mettons $g = 1$; alors $\frac{\rho_1}{\rho_2}$ sera égal à 0,001 pour $h_1 - h_2 = 55^{\text{km}}$. Donc, si 99,5 pour 100 d'un certain rayon lumineux est transmis, $0,995^{1000}$ ou 1 pour 100 seulement sera transmis d'un rayon qui passe à 55^{km} plus proche du centre. Comme g est probablement plus grand que l'unité, il s'ensuit que dans l'atmosphère du satellite la

(1) Ant. Pannekœk, *Untersuchungen über den Lichtwechsel Algols*. Leiden, 1902, p. 21-22.

(2) Dr R. Emden, *Gaskugeln* (Leipzig et Berlin, 1907), p. 336 et 352-353.

transition de l'absorption presque totale à la transparence presque totale s'effectue entre des limites si étroites qu'en pratique on peut considérer l'étoile éclipsante comme un disque à bords nettement définis. Les dimensions de ce disque seront un peu différentes pour les diverses régions spectrales de la lumière, mais ces différences sont négligeables comparées au diamètre du satellite. Supposons en effet que, d'un rayon donné, 10 pour 100 de la lumière rouge et 40 pour 100 de la lumière violette soient absorbés (ce qui est à peu près le cas pour un rayon traversant l'atmosphère terrestre en direction verticale). Alors l'absorption atteindra la valeur de 99 pour 100, à 30^{km} plus proche du centre pour la lumière rouge et à 15^{km} pour la lumière violette.

Finalement je me permets d'observer que M. Schwarzschild, dans son Mémoire cité par M. Lebedew, ne dit pas qu'on puisse attribuer la différence en variation lumineuse de η Aquilæ dans les différentes régions spectrales à l'absorption sélective de l'atmosphère du satellite, mais à celle de l'astre principal lui-même. Il déclare même expressément (¹) que l'on ne saurait raisonnablement expliquer la variation lumineuse de cette étoile par une éclipse.

ASTRONOMIE. — *Nouvelle étoile variable à très courte période découverte à l'Observatoire de Paris.* Note de M. Jules Baillaud, présentée par M. B. Baillaud.

Dans le cours d'une recherche sur la répartition des étoiles dans certaines régions de la Carte du Ciel, j'ai trouvé sur un cliché pris par P. et Pr. Henry en 1900 une nouvelle étoile variable présentant, comme celles découvertes l'an dernier, une variation lumineuse assez rapide pour que le passage du minimum au maximum paraisse s'effectuer complètement en une demi-heure pendant la durée de l'une des trois poses du cliché.

Cette étoile, d'après la réduction du cliché lui-même, a pour coordonnées moyennes en 1900,0

$$Æ = 14^h 41^m 31^s,80. \qquad D + 23^\circ 43' 59'',7.$$

Elle se trouve sur le cliché ayant pour centre $Æ = 14^h, 40$, $D + 24^\circ$, mais elle manque sur la Carte héliogravée correspondante, quoique des étoiles bien plus faibles y soient visibles. La déformation apparente causée par sa variation d'éclat l'a probablement fait prendre pour une fausse image

(¹) *Publicationen der von Kuffner'schen Sternwarte*, t. V, p. C.125.

qu'on a dû enlever à la retouche de l'agrandissement. En fraction d'intervalles du réseau et avec la chiffraison du réseau employé sur cette Carte, ses coordonnées rectangulaires sur l'agrandissement auraient dû être

$$A = 18^{cm},09, \qquad B = 46^{cm},17.$$

Grâce à l'aide empressée de MM. A. Boinot, L. Maneng, G. Tsatsopoulos, que je suis heureux de remercier, j'ai pu, entre le 24 juin et le 10 juillet, réunir une trentaine de photographies qui ont vérifié la variabilité de cet astre et donnent quelques indications sur sa courbe de lumière.

Son éclat maximum paraît être la moyenne de celui des deux étoiles *a*, *b*, ayant sur la Carte héliogravée les coordonnées

$$a \begin{cases} A & 20,75 \\ B & 46,29 \end{cases} \qquad b \begin{cases} 19,47 \\ 45,72 \end{cases}$$

et son éclat minimum la moyenne de celui des deux étoiles

$$d \begin{cases} A & 18,03 \\ B & 48,30 \end{cases} \qquad e \begin{cases} 18,87 \\ 46,90 \end{cases}$$

un peu plus près de celui de *e*. Ces éclats maximum et minimum peuvent être qualifiés 12,8 et 14,3.

Le passage du minimum au maximum demande environ $0^j,070 = 1^h 41^m$.

Celui du maximum au minimum, bien plus long, est encore de durée incertaine. Les observations peuvent en effet se représenter presque aussi bien en admettant une période de $0^j,4942 = 11^h 51^m 43^s$ qu'une période de $0^j,3295 = 7^h 54^m 26^s$, les deux tiers de la première. La première est environ la moitié de 24 heures, la deuxième le tiers. Or toutes les observations ont été faites à peu près aux mêmes heures, c'est-à-dire après un nombre de périodes qui est un multiple de trois fois la période la plus courte ou un multiple de deux fois la période la plus longue; l'origine de la période à laquelle l'une d'elles appartient se produit donc dans les deux cas à la même heure. Pour trancher la question, il aurait fallu pouvoir prolonger assez longtemps les observations pour que l'avance de 15 minutes par jour que gagne l'origine de la période finisse par atteindre 8 heures, une période complète dans un cas, et seulement deux tiers de période dans l'autre. Malheureusement l'étoile est très basse sur l'horizon et un cliché pris le 22 juillet a été inutilisable.

Une série de photographies faites le 29 juin indique un maximum à $11^h 34^m 28^s$, t. m. P. (en jours juliens, 2418122,4823).

On aurait donc comme éléments provisoires (maximum), dans l'hypothèse d'une période de $7^h 54^m$,

$$2\,418\,122,4823 + 0,3295\,E$$

c'est-à-dire

1908, 29 juin .... $11^h 34^m 28^s + (7^h 54^m 26^s)\,E$,

et, dans l'hypothèse d'une période de $11^h 52^m$,

$$2\,418\,122,4823 + 0,4942\,E$$

c'est-à-dire

1908, 29 juin.............. $11^h 34^m 28^s + (11^h 51^m 43^s)\,E$.

L'étoile est du type δ Céphée; la période d'éclat croissant, d'une durée de $0^j,070$ ($1^h 41^m$), est beaucoup plus courte que celle d'éclat décroissant, qui serait soit de $6^h 13^m$, soit de $10^h 10^m$.

Il paraît se produire un arrêt dans la diminution d'éclat, peut-être un maximum secondaire, $1^h 40^m$ après le maximum principal.

GÉOMÉTRIE. — *Une sextique gauche circulaire.* Note de M. Stuyvaert.

Après avoir étudié les variétés algébriques annulant une matrice dont les éléments sont des fonctions entières de n coordonnées ponctuelles ordinaires, ou de plusieurs séries de variables pareilles [1], il conviendra peut-être d'examiner la même question quand les variables sont des coordonnées pentasphériques, ou des coordonnées de droites, ou généralement des quantités vérifiant une relation identique.

Nous désirons appeler ici l'attention sur une figure assez simple qu'on rencontre quand on s'engage dans cette voie. Pour l'exposé sommaire actuel, il est superflu de parler de coordonnées pentasphériques : la représentation en coordonnées cartésiennes rectangulaires suffit.

---

(1) Dans un Volume intitulé : *Cinq études de Géométrie analytique* (Gand, Van Gœthem, 1908), nous avons essayé de rédiger un exposé d'ensemble de ces théories; on y trouvera diverses applications, notamment en ce qui concerne l'espace réglé, ainsi que des renseignements bibliographiques.

Les six équations

$$S_i \equiv a_i(x^2+y^2+z^2)+b_i x+c_i y+d_i z+f_i=0 \qquad (i=1, 2, 3, 4, 5, 6)$$

représentent six sphères supposées indépendantes. Les deux relations

$$\begin{Vmatrix} S_1 & S_2 & S_3 \\ S_4 & S_5 & S_6 \end{Vmatrix}=0$$

représentent une *courbe gauche* γ_6 *du sixième ordre*, ayant six points sur le cercle imaginaire de l'infini.

Cette courbe γ_6 est le lieu des points dont les puissances par rapport à deux groupes de trois sphères sont, à des facteurs constants près, proportionnelles entre elles. Elle est située sur un réseau de surfaces cyclides représentées par l'équation

$$\begin{vmatrix} \lambda_1 & \lambda_2 & \lambda_3 \\ S_1 & S_2 & S_3 \\ S_4 & S_5 & S_6 \end{vmatrix}=0,$$

où λ_1, λ_2, λ_3 sont des paramètres arbitraires. Deux de ces surfaces, caractérisées par les paramètres λ_1, λ_2, λ_3 et μ_1, μ_2, μ_3, se coupent encore suivant le cercle

$$\begin{Vmatrix} \lambda_1 & \mu_1 & S_1 & S_4 \\ \lambda_2 & \mu_2 & S_2 & S_5 \\ \lambda_3 & \mu_3 & S_3 & S_6 \end{Vmatrix}=0,$$

et ce cercle coupe la courbe γ_6 en quatre points. On a ainsi, sur γ_6, une double infinité de *quadruples cycliques*.

Au réseau de cyclides circonscrites à γ_6 appartient le faisceau de surfaces cubiques circulaires représenté par l'équation

$$\begin{vmatrix} a_1+ha_4 & a_2+ha_5 & a_3+ha_6 \\ S_1 & S_2 & S_3 \\ S_4 & S_5 & S_6 \end{vmatrix}=0.$$

La base de ce faisceau se compose de la courbe γ_6, du cercle de l'infini et d'une droite q, quadrisécante de γ_6, annulant la matrice

$$\begin{Vmatrix} a_1 & a_4 & S_1 & S_4 \\ a_2 & a_5 & S_2 & S_5 \\ a_3 & a_6 & S_3 & S_6 \end{Vmatrix}=0,$$

Les trois relations suivantes, où k est un paramètre arbitraire,

$$\begin{Vmatrix} S_1 & S_2 & S_3 & k \\ S_4 & S_5 & S_6 & 1 \end{Vmatrix} = 0,$$

représentent une infinité simple de *couples* de points de γ_6.

Un *quadruple cyclique* et un *couple* de points de γ_6 sont toujours sur une même sphère représentée par

$$\begin{vmatrix} \lambda_1 & \lambda_2 & \lambda_3 & 0 \\ \mu_1 & \mu_2 & \mu_3 & 0 \\ S_1 & S_2 & S_3 & k \\ S_4 & S_5 & S_6 & 1 \end{vmatrix} = 0.$$

Réciproquement, toute sphère ou tout plan mené par un *couple* coupe encore γ_6 suivant un *quadruple cyclique*.

Les plans des quadruples cycliques enveloppent une surface cubique réglée R_3 circonscrite à γ_6 qui est aussi le lieu des cordes de couples : on trouve, pour l'équation de cette surface,

$$\begin{vmatrix} S_1 & S_4 & a_1 & a_4 & & \\ S_2 & S_5 & a_2 & a_5 & & \\ S_3 & S_6 & a_3 & a_6 & & \\ & & S_1 & S_4 & a_1 & a_4 \\ & & S_2 & S_5 & a_2 & a_5 \\ & & S_3 & S_6 & a_3 & a_6 \end{vmatrix} = 0.$$

La surface R_3 a pour droite double la quadrisécante q de γ_6 ; elle possède encore, outre ses génératrices rectilignes, une droite simple d rencontrant γ_6 en deux points D_1 et D_2 ; ces deux points forment, avec tout *couple* de γ_6, un quadrilatère inscriptible dans un cercle.

Parmi les cas particuliers de la courbe γ_6, on peut citer : 1° le lieu du point dont les distances à trois points donnés sont entre elles comme ses distances à trois autres points ; 2° la transformée par rayons vecteurs réciproques d'une cubique gauche.

La transformée par rayons vecteurs réciproques de la courbe γ_6, quand le centre d'inversion se trouve sur la courbe même, est une courbe gauche du cinquième ordre annulant une matrice de six éléments : les éléments d'une ligne sont les premiers membres des équations de trois plans, ceux de l'autre sont les premiers membres des équations de trois sphères. L'étude de cette quintique paraît intéressante et facile, en raison de son analogie avec la cubique gauche d'une part et la courbe γ_6 d'autre part.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur le nom de Fleurieu dans la Géographie.* Note de M. **de Fleurieu**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

Le citoyen Charles-Pierre Claret de Fleurieu eut l'honneur d'être nommé, le 26 frimaire an IV, membre de l'Institut national, Section de Géographie et de Navigation.

Il n'était pas un inconnu pour la docte Assemblée qui l'accueillait dans son sein; dès 1765, l'Académie s'était intéressée à un projet d'horloge marine présenté par le jeune Fleurieu, et lorsque, encore simple enseigne, il dirigea, pour l'essai des montres de Berthoud, la campagne de l'*Isis*, qui devait donner de si brillants résultats, il était accompagné par le savant abbé Pingré. Ce fut sa première collaboration avec un membre de l'Institut.

En 1790, le chevalier de Fleurieu présentait à l'Académie des Sciences son Ouvrage : *Les découvertes des Français dans le sud-est de la Nouvelle-Guinée*, et obtenait que l'Angleterre remplaçât dans les Salomon les noms anglais par ceux donnés primitivement par Surville et Bougainville.

Directeur des Ports et Arsenaux, il réorganise notre flotte et fait tous les plans de la guerre d'Amérique; il ne quitte ce poste que pour devenir ministre de la Marine (1790), puis pour être chargé de l'éducation du jeune dauphin, ce qui lui valut pendant la Terreur un emprisonnement de 14 mois.

Le voyage de Marchand, qu'il publiait en 1798, contenait, sur la division hydrographique du globe, des observations dont l'Académie des Sciences proclama la justesse et qu'elle approuva pleinement, émettant l'idée que la Géographie doit être claire, intelligente, facile, logique et honnête.

Si l'Institut avait été suivi entièrement par les autres grandes nations, le globe terrestre serait divisé en grades; il n'y aurait plus de noms anormaux et, sans doute, on serait arrivé à ce qui nous paraît presque une utopie, à l'unité géographique, si désirable.

C'est une gloire de la France de l'avoir tenté.

En qualité de directeur des Ports et Arsenaux, de ministre, de président de la Section de la Marine du Conseil d'État, M. de Fleurieu eut à rédiger les instructions nautiques remises à La Pérouse (1785), d'Entrecasteaux (1791) et Baudin (1800).

Initiateur des voyages de découvertes de son époque, il n'est pas étonnant que son nom ait été souvent donné à plusieurs points du globe.

Ce nom semble à l'heure actuelle presque oublié des cartographes. Il suffirait sans doute que l'Institut, bon gardien de la mémoire de ses membres et du patrimoine national, s'intéressât à la question pour que le nom de Fleurieu reprenne sur la mappemonde la place à laquelle il a droit.

La baie Fleurieu, située sur la côte est de Tasmanie, derrière l'île Schouten et la presqu'île de Freycinet, a été découverte, le 25 février 1802, par

Faure et Bailly de l'expédition Baudin. Tasman (1642), Furneaux (1773), Flinders (1798) avaient passé trop loin pour l'apercevoir. Cook, Marion, Bligh, Hunter et Cox s'étaient toujours tenus plus au Sud.

Le grand golfe, inscrit sur les Cartes anglaises sous le nom de Fleurieu ou Oyster Bay, sur les Cartes australiennes seulement sous ce dernier nom, ne peut être confondu avec la baie des Huîtres, découverte sur la côte intérieure de l'île Maria par le capitaine Cox, en 1789.

La véritable Oyster Bay porte du reste toujours ce nom que lui ont reconnu tous les navigateurs, que lui donnent toutes les Cartes, et il paraît étonnant de voir deux baies des Huîtres à quelques milles de distance, quand il n'en a jamais été découvert qu'une, impossible à confondre avec la baie Fleurieu.

La rivière Fleurieu, située aussi en Tasmanie, a été baptisée par Peron, naturaliste de l'expédition Baudin, le 15 janvier 1802. Elle est située au fond du port des Cygnes qu'avait visité, le 13 février 1793, M. de Welle, envoyé par le vice-amiral d'Entrecasteaux.

On ne peut guère attribuer qu'à l'ignorance de l'un des premiers colons le nom d'Agnès Rivulet qu'elle porte aujourd'hui.

Les Français donnent aussi le nom de Fleurieu à une île située au nord de la Tasmanie et appelée par les Anglais tantôt Hunter ou West Hunter, et Barren par les Australiens.

Découverte par Flinders en 1798, dans l'archipel appelé par lui Hunter, l'île en question ne porte aucun nom ni sur ses Cartes, ni dans le Livre qu'il publiait à Londres en 1801. Il y est même dit : « Je considère comme une île le long morceau de terre qui se trouve entre l'île Albatrosse et celle des Trois Mandrains », mais ce n'est pas une certitude, et il ajoute plus loin « sur la côte est de cette terre (que je suppose une île) ».

Quand Flinders, dans l'Ouvrage paru en 1814, voulut lui donner le nom de Barren, les Français l'avaient déjà reconnue et baptisée.

Flinders découvrit le 23 mars 1802, au sud de l'Australie, contre l'île des Kangourous, une presqu'île que termine le cap Jervis. Il ne lui donna aucun nom.

Baptisée par Baudin, le 9 ou 10 avril de la même année, elle ne porte le nom de Fleurieu que sur les Cartes françaises.

Le cap Fleurieu a été découvert par La Pérouse sur la côte nord-ouest de l'Amérique du Nord, le 10 août 1786. C'est l'extrémité d'une île fort élevée, qui forme l'entrée est du canal d'Hector, en face du cap Hector (St. James de Dixon, 1787).

La Carte du navigateur français comporte aussi un groupe d'îles Fleurieu

derrière l'archipel de la Reine Charlotte; ce seraient celles désignées à présent sous le nom de Price, Aristozable, Estevan, Banks, etc. Il y a aussi un mont Fleurien. Mais, malgré des droits incontestables, les noms français sont rares sur la Carte nord-ouest de l'Amérique du Nord.

Ne serait-il pas de toute justice de demander leurs inscriptions sur les Cartes?

Le tournant de Fleurieu, un vaste espace du grand Océan où les eaux sont toujours calmes et la mer sans courant, se trouve dans l'ouest-sud-ouest de San Francisco, par 32°25′ de latitude Nord et 144°48′23″ de longitude Ouest de Paris.

ÉLECTRICITÉ. — *Du mode différent dont se comportent, comme détecteurs d'oscillations électriques, les contacts imparfaits à variation de résistance et les contacts thermo-électriques.* Note de M. C. **Tissot**.

Dans une récente Communication (¹), nous avons signalé toute une classe de détecteurs d'oscillations électriques que l'on peut réaliser par le contact de corps de pouvoirs thermo-électriques différents.

Comme cette Communication a été l'objet de certaines remarques, nous craignons que la sécheresse de notre courte Notice ait pu laisser subsister quelque doute sur son interprétation.

Peut-être n'avons-nous pas suffisamment insisté sur le fait que les phénomènes que nous avons indiqués ne sont nullement des phénomènes de contacts imparfaits.

Ils en diffèrent, tout d'abord, par le point essentiel qu'ils prennent naissance dans un circuit *qui ne contient pas de pile, c'est-à-dire de force électromotrice auxiliaire*.

Si l'on intercale dans une antenne réceptrice l'un des contacts que nous avons précédemment indiqués, ce contact étant d'ailleurs employé *seul* et sans pile, et que l'on dispose *en dérivation* sur le contact un galvanomètre, on observe que le galvanomètre dévie tant que l'antenne est le siège d'oscillations électriques.

Il y a donc production d'*une force électromotrice* et non d'une simple *variation de résistance* dans le contact sous l'effet des oscillations.

(¹) *Comptes rendus*, 6 juillet 1908.

L'expérience plus complète que nous avons citée à la fin de notre précédente Note ne laisse subsister aucun doute à ce sujet et cadre de la manière la plus nette avec l'interprétation que nous avons donnée du rôle joué dans le phénomène par les effets thermo-électriques.

Nos détecteurs thermo-électriques diffèrent aussi des contacts imparfaits à variation de résistance par le fait qu'ils sont sensibles, non pas à l'*amplitude du potentiel* comme le sont la plupart des auto-décohérents, mais à l'*énergie moyenne*.

C'est ce dont nous nous sommes assuré par le procédé très simple (que nous avons déjà eu l'occasion de signaler à diverses reprises) qui consiste à comparer les effets exercés sur le détecteur aux effets exercés sur un bolomètre intercalé dans l'antenne et qui donne la mesure de l'intensité efficace des oscillations dans cette antenne.

On peut noter en passant que le procédé fournit un criterium, sinon plus commode, du moins autrement sûr que la plupart de ceux qui ont été imaginés par divers expérimentateurs pour comparer la sensibilité de détecteurs différents, puisqu'il donne la valeur même de l'énergie mise en jeu dans le système récepteur.

Si l'on fait l'expérience avec l'un des détecteurs thermo-électriques que nous avons cités, on constate que les déviations du galvanomètre en dérivation sur le contact (toujours employé sans pile) sont exactement proportionnelles aux déviations du galvanomètre du bolomètre. Rien de pareil ne se produit avec les auto-décohérents à variation de résistance.

Une autre différence enfin, capitale, elle aussi, pour le mode de montage, résulte de ce que les détecteurs thermo-électriques sont susceptibles d'être utilisés, selon la valeur élevée ou basse de leur résistance, soit comme détecteurs de différence de potentiel, soit comme détecteurs d'intensité, et doivent par suite être méthodiquement placés, soit à un ventre de tension, soit à un ventre de courant, dans le système récepteur accordé.

Les contacts imparfaits auto-décohérents ne présentent pas, en général, cette élasticité.

Ce n'est pas fortuitement que nous avons employé des contacts où figure du tellure. La raison en est que le tellure occupe l'une des extrémités de la chaîne thermo-électrique. Son emploi ne paraît pas d'ailleurs plus avantageux, en l'espèce, que celui de la chalcosine (sulfure de cuivre naturel) ou du sulfure de cuivre fondu, qui sont comme lui fortement électro-positifs, et dont les propriétés thermo-électriques ont été mises autrefois en lumière par Edmond Becquerel.

Tout récemment encore, nous avons pu constater en effet qu'un contact platinoïde-chalcopyrite ou *alliage de Becquerel-chalcosine* permettait de recevoir admirablement à Brest les signaux de la tour Eiffel. (Et pour se rendre compte de la raison qui a dicté dans le second cas le choix de l'alliage connu 10 Bi + 1 Sb, il suffit de se reporter à l'échelle des pouvoirs thermo-électriques.)

Si nous avions connu l'usage que M. Branly a fait des contacts à tellure, fait que nous ne savons pas avoir été publié, nous l'aurions signalé d'autant plus volontiers qu'il vient apporter une nouvelle confirmation à notre thèse.

Il nous paraîtrait intéressant, notamment, de voir comment se comportent les détecteurs trépieds à pointes de tellure quand on supprime la force électromotrice de $\frac{1}{10}$ de volt qui leur est appliquée.

Si ce sont des contacts imparfaits à variation de résistance, ainsi que semble l'estimer M. Branly, cette suppression doit entraîner l'indifférence complète du détecteur.

Il en sera autrement s'ils rentrent dans la classe des détecteurs thermo-électriques et, en pareil cas, l'addition d'une force électromotrice auxiliaire deviendrait inutile, sinon nuisible.

Pour revenir aux détecteurs thermo-électriques, nous ferons observer qu'ils partagent avec le bolomètre la propriété que possèdent les détecteurs thermiques d'être sensibles à l'*effet total*, ce qui les rend particulièrement aptes soit à assurer des effets sélectifs, soit à se prêter aux applications de téléphonie sans fil.

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre ultra-violet du silicium*. Note de MM. **A. de Gramont** et **C. de Watteville**, présentée par M. G. Lippmann.

Les résultats que nous avons obtenus, indépendamment l'un de l'autre, en étudiant le spectre de l'étincelle oscillante du silicium, et celui de la flamme de ce métalloïde, sont si voisins, qu'il nous semble opportun de les faire connaître simultanément.

L'un de nous [1] a déjà indiqué, en les comparant à celles des spectres stellaires, les raies du silicium qui, émises dans la partie la moins réfrangible,

---

[1] A. de Gramont, *Comptes rendus*, t. CXXXIX, 18 juillet 1904, p. 188.

et en particulier dans la région visible à l'œil, persistent dans l'étincelle lorsqu'elle devient oscillante. Il a également obtenu, en se servant d'un prisme de quartz, un spectre ultra-violet du silicium, comprenant des raies et des bandes, produit par l'étincelle oscillante éclatant entre des fragments de silicium (octaèdres ou paillettes), avec des condensations qu'il a fait varier entre 0,004 et 0,017 microfarad, et des self-inductions allant de 0,0006 à 0,03 henry; une coupure était ménagée dans le circuit de décharge. Les expériences répétées dans un tube à fenêtre de quartz, parcouru par un courant d'hydrogène sec, à la pression ordinaire, donnent les mêmes lignes et bandes; on a de plus, dans ce dernier cas, l'avantage de ne pas avoir à tenir compte du spectre des éléments de l'air, et l'on s'assure ainsi que le spectre de bandes du silicium n'est pas dû à un composé oxygéné de celui-ci.

On obtient une flamme contenant du silicium en faisant brûler du gaz d'éclairage mélangé à de l'air sec qui a simplement passé près de la surface de chlorure de silicium contenu dans un flacon à deux tubulures. Au bout de 4 à 6 heures de pose, cette flamme, qui a une teinte rose violacée, donne, à l'aide d'un spectrographe en quartz, un spectre très marqué qui renferme des raies et des bandes, et qui est émis exclusivement par le cône intérieur de la flamme, celui qui est au voisinage immédiat du cône bleu.

Les Tableaux suivants contiennent les éléments du spectre du silicium que nous avons observés :

I. Raies.

(*Longueurs d'ondes mesurées dans le spectre de l'étincelle.*)

Longueurs d'ondes.	Intensités. Étincelle oscillante.	Flamme.
2123,0	7	
2208,8	8	
2211,0	8	
2212,0	8	Traces?
2217,2	9	1
2218,7	8	Traces
2219,5	1	
2303,8	6	
2435,6	10	4
2439,4	5	
2443,5	5	
2452,5	8	15
2506,8	9	10
2514,3	9	20
2516,0	10	10

Longueurs d'ondes.	Intensités. Étincelle oscillante.	Flamme.
2519,2	9	15
2524,3	10	15
2529,0	10	
2533,0	4	
2535,0	2	
2569,0	6	
2881,7	12	15
2987,8	7	

II. Bandes.

(*Longueurs d'ondes mesurées dans le spectre de la flamme.*)

	Flamme. Longueurs d'ondes.	Fréquences.	Intensités.	Étincelle oscillante.
Traces de bandes extrêmement faibles	»	»	»	»
a. Bande très faible partant à peu près de.	2216	45126	0,25	
b. Tête de bande dégradée vers le rouge..	2237	44702	0,50	0,25
c. » »	2257	44307	1	
d. » »	2277,5	43908	0,50	
e. » »	2299,0	43497	2	1
f. » »	2321,4	43077	1	
g. » »	2342,3	42693	4	
g'. » »	2343,9	42664	4	2
h. » »	2364,6	42290	4	
h'. » »	2365,8	42270	1	1,5
i. » »	2388,1	41876	3	1
k. » »	2413,8	41430	8	6
l. » »	2457,4	40693	2	
l'. » »	2458,8	40671	4	
m. » »	2482,1	40288	3	1,5
n. » »	2486,9	40211	10	6
o. » »	2510,1	39839	3	
p. » »	2557,5	39100	2	
q. » »	2563,9	39003	8	2
r. » »	2581,4	38738	3	
s. » »	2587,4	38648	8	1
t. » »	2644,8	37810	4	0,5
u. » »	2668,9	37469	8	0,5
v. » »	2693,7	37124	7	0,25
x. » »	2755,6	36289	6	
y. » »	2780,6	35963	6	3

Si l'on considère les nombres exprimant les fréquences, ou inverses des longueurs d'ondes, inscrits dans la quatrième colonne du Tableau ci-dessus, on peut remarquer que quelques-uns de ces chiffres présentent entre eux des différences qui paraissent systématiques et le seraient peut-être encore davantage si certaines têtes de bandes n'étaient pas très mal définies, et si la précision de nos mesures de longueurs d'ondes n'était pas limitée à une ou deux unités de l'ordre du cinquième chiffre. On trouve

$l' - p = 1571, \quad p - y = 2 \times 1568,$

$o - s = 1191, \quad s - u = 1179, \quad u - x = 1180,$

$d - g' = 1244, \quad g' - k = 1234, \quad k - n = 1219, \quad n - q = 1208, \quad q - t = 1193.$

Les bandes [l', p et y], [o, s, u et x], [d, g', k, n, q et t] appartiennent donc peut-être à trois séries différentes.

PHYSIQUE. — *Remarque sur la susceptibilité magnétique des solutions.* Note de M. P. Pascal, présentée par M. D. Gernez.

En étudiant la susceptibilité magnétique des dérivés des métaux ferromagnétiques, Wiedemann [1] a montré que, lorsque le métal faisait partie de l'anion, les propriétés magnétiques différaient complètement des propriétés propres aux sels ordinaires. Il a montré de plus qu'on pouvait suivre l'hydrolyse d'une solution ferrique par la diminution de son paramagnétisme.

Sans vouloir reprendre tout ce travail, j'ai mesuré, par la méthode du tube en U, la susceptibilité magnétique de solutions salines, dans le but de chercher une relation entre les propriétés magnétiques et chimiques de ces solutions.

En me bornant alors aux cas étudiés, je peux formuler la règle suivante :

Toutes les fois que dans une dissolution aqueuse l'ion-métal d'un sel passe avec sa valence dans un ion complexe ou dans un composé colloïdal, on constate une diminution des propriétés magnétiques ou diamagnétiques surajoutées au diamagnétisme de l'eau par l'ion-métal simple. Il peut même y avoir inversion du rôle magnétique du métal sur la solution. Ces phénomènes se retrouvent encore quand le métal passe d'un ion complexe dans un autre plus complexe.

(1) Wiedemann, *Pogg. Ann.*, t. CXXV, p. 1 et 177.

Si cette règle est susceptible de généralisation, elle fera du champ magnétique un moyen délicat de caractériser un groupement complexe, de même que la rotation du plan de polarisation caractérise un carbone asymétrique. On pourra même grouper des composés de même type par ordre de complexité et donner une définition numérique de cette complexité.

Tous les cas examinés par Wiedemann rentrent dans la règle précédente; j'y ajoute les résultats suivants, qui donnent à 22° la susceptibilité des solutions, celle de l'eau étant prise égale à $7,5.10^{-7}$, celle du vide étant nulle [1].

Sels ferriques. — Voir une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXLVII, 6 juillet 1908).

Sels ferreux. — Solutions à 2g,01 de fer au litre.

$$Fe^2(CAz)^{12}K^8 : -7,6.10^{-7}; \qquad Fe^2(PO^3)^{12}Na^8 : -3,56.10^{-7};$$
$$Fe^2(C^2O^4)^6Na^8 : -3,14.10^{-7}; \qquad Fe^2(P^2O^7)^3Na^8 : -2,95.10^{-7};$$
$$SO^4Fe : -1,28.10^{-7}.$$

Dans ces solutions, le magnétisme décroît quand l'anion devient de plus en plus complexe. L'exception apparente du chlorure ferrique, un peu moins magnétique que le ferrioxalate et le ferrimétaphosphate, s'explique complètement (Wiedemann) par l'hydrolyse de la solution.

Sels de cobalt. — Solutions à 5g,9 de Co au litre.

$CoCl^2.CoCl^2 + n\,AzH^3$ et $P^2O^7Co^2$ dissous dans $P^2O^7Na^4$: $-1,95.10^{-7}$.

$CoCl^2$, bleui par n HCl (chlorhydrate de chlorure) : $-2,95.10^{-7}$.

Si enfin on passe au chlorure lutéo-cobaltique, on a : $-7,5.10^{-7}$. Ici le cobalt est masqué, son influence magnétique a disparu.

Sels de chrome. — Solutions à 5g,2 de Cr au litre.

Alun violet : $-1,1.10^{-7}$; alun vert complexe : $-1,25.10^{-7}$; CrO^3 : $-7,5.10^{-7}$.

Sels de cuivre. — A 10g,9 de Cu, ici paramagnétique.

SO^4Cu : $-4,7.10^{-7}$. En rendant la solution progressivement complexe par la glycérine, on a : $-5,87.10^{-7}$; par l'ammoniaque : $-6,16.10^{-7}$.

Sels de mercure. — A 19g de mercure diamagnétique.

$$HgCl^2 \text{ et } Hg(CAz)^2 : -7,5.10^{-7}; \qquad HgCl^2, 2KCl \text{ non complexe} : -7,5.10^{-7};$$
$$HgI^4K^2, \text{ iodomercurate complexe} : -5,65.10^{-7}.$$

Après son entrée dans un groupement complexe, le mercure diamagnétique est devenu paramagnétique.

J'ajouterai d'ailleurs que ces résultats très concordants ne sont pas seulement qualitatifs. Dans une étude de l'action des sels ferreux complexes

---

(1) Dans ma précédente Note, j'ai pris, pour simplifier les calculs, la susceptibilité de l'air égale à zéro.

sur les dérivés organiques, j'ai été amené à mesurer la vitesse d'oxydation de ces sels. Pour cela, dans un appareil de configuration constante, j'injectais un violent courant d'air pur dans une solution ferreuse à 0°, comme l'air injecté. Le débit de l'air étant de $1^l,5$ par minute, la solution contenant toujours 19,9 de fer au litre, la fraction de fer oxydé au bout du temps est pour les divers sels étudiés :

	$t = 3$ min.	6.	9.	12.	15.	18.
Ferropyrophosphate......	0,406	0,684	0,850	0,979	0,987	1,00
Ferroxalate.............	»	0,40	»	0,650	»	0,76
Ferrométaphosphate......	»	»	»	0,081	»	0,106

Les vitesses d'oxydation des sels complexes ferreux se classent donc exactement en sens inverse des susceptibilités magnétiques, c'est-à-dire de leur complexité.

Bien plus, on peut suivre la diminution parallèle de la vitesse d'oxydation et du magnétisme des solutions, quand on ajoute un peu de soude à la solution de ferro-pyrophosphate, qui donne alors un composé complexe verdâtre.

Je poursuis cette étude magnéto-chimique, principalement sur les sels organiques et les amalgames.

CHIMIE MINÉRALE. — *Gaz occlus dans un acier au nickel spécial.* Note [1] de M. G. BELLOC, présentée par M. H. Le Chatelier.

J'ai été amené à faire une recherche systématique sur la proportion et la nature des gaz occlus dans un acier au nickel spécial provenant des aciéries d'Imphy et contenant environ 45 pour 100 de nickel et 0,15 de carbone.

L'alliage m'avait été livré sous forme de fils obtenus par le procédé ordinaire et sous forme de copeaux provenant d'un lingot de la même coulée.

Le mode opératoire a été celui que j'ai utilisé pour mes essais antérieurs sur la même question [2].

Comme pour l'acier doux ordinaire que j'ai étudié antérieurement, les gaz occlus sont composés d'acide carbonique, d'oxyde de carbone, d'hydrogène et d'azote. L'acide carbonique se dégage complètement au-dessous de 520° et l'azote ne commence à se dégager qu'au-dessus de cette température. La proportion de ce dernier reste toujours assez faible.

---

(1) Présentée dans la séance du 20 juillet 1908.

(2) *Bull. Soc. d'encouragement pour l'Industrie nationale*, avril 1908.

Le point intéressant est la comparaison entre les fils et les copeaux.

Avec la tournure, on obtient un volume total de gaz égal à trois fois et demie le volume de l'alliage, une courbe en $\left(t, \frac{dv}{dt}\right)$ sensiblement parallèle à l'axe des températures, une proportion d'oxyde de carbone allant en croissant jusqu'à 75 pour 100, tandis que l'hydrogène présente son maximum vers 540° et décroît ensuite progressivement.

Avec le fil, le volume total des gaz monte à dix fois celui du métal; la courbe en $\left(t, \frac{dv}{dt}\right)$ présente deux maximums très accentués, l'un vers 540°, l'autre vers 830°; les variations de composition ne sont plus progressives : on observe vers 540° un minimum d'oxyde de carbone et un maximum corrélatif d'hydrogène; au-dessus de cette température, l'oxyde de carbone augmente, mais d'une façon un peu irrégulière; la proportion moyenne d'hydrogène est plus forte que pour les copeaux.

A quoi tiennent ces différences? L'alliage considéré appartient au type que M. Guillaume a dénommé *réversible* et présente vers 350° ou 400° le commencement ou la fin de sa transformation progressive (suivant que la température est descendante ou ascendante). L'extraction de la plus grande partie des gaz se fait donc pendant que le fer est à l'état gamma et le nickel à l'état bêta, et l'on pourrait s'attendre à trouver dans la proportion et la composition des gaz extraits une marche régulière. C'est en effet ce qui arrive avec les copeaux. Le fait qu'il en est autrement avec les fils fait présumer une action de l'écrouissage sur l'état moléculaire de l'alliage.

Quant à la différence entre les volumes absolus de gaz extraits respectivement des copeaux et des fils, elle peut s'expliquer par plusieurs hypothèses : 1° une répartition très hétérogène des gaz dans le lingot, ce qui a déjà été constaté, bien qu'à un moindre degré, dans l'acier au carbone; 2° une perte abondante de gaz occlus mécaniquement par l'action mécanique du foret; 3° une absorption de gaz pendant les opérations nécessitées par le tréfilage. L'étude critique et expérimentale de ces différentes hypothèses pourra jeter quelque jour sur le mécanisme de l'occlusion.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouvelle méthode de dosage des acides fixes et des acides volatils dans les vins.* Note de M. **Emm. Pozzi-Escot**, présentée par M. Carnot.

Depuis les travaux de Pasteur sur ce sujet, on en est encore à attendre une méthode de dosage exacte des acides volatils dans les vins, ou tout au

moins une méthode qui, dans les mêmes mains ou dans des mains différentes et avec le même produit, conduise toujours au même résultat. L'importance du sujet explique le nombre considérable de Mémoires qui ont été publiés à cette occasion.

Le procédé nouveau que nous proposons a une certaine dose de conventionnel, mais présente le très grand avantage de toujours conduire, mécaniquement pour ainsi dire, au même résultat, quel que soit le chimiste qui l'applique; il pourra donc rendre les plus grands services, car il est à la fois simple et rapide. Il est basé sur la transformation des sels barytiques des acides fixes en carbonates, par l'action convenable de la chaleur, et sur le titrage des carbonates ainsi produits.

En pratique on opère comme suit. On fait deux prises d'essai de 100^{cm^3} de vin; l'une est évaporée directement dans une petite capsule de porcelaine plate, jusqu'à un volume de 3^{cm^3} à 4^{cm^3}; on traite par un excès d'alcool, on filtre et on calcine le filtre au four à moufle sur une capsule de porcelaine; on détermine ainsi les sels insolubles du vin et l'on en titre l'alcalinité avec une solution connue d'acide nitrique et l'hélianthine comme indicateur. La seconde prise d'essai est évaporée également à 3^{cm^3} ou 4^{cm^3}; après neutralisation par la baryte, on ajoute 100^{cm^3} d'alcool à 96° renfermant 2 pour 100 de bromure de baryum: les acides fixes se précipitent immédiatement et intégralement à l'état de sels de baryum insolubles dans l'alcool (sauf l'acide lactique). Les acides volatils, formique, acétique, propionique, butyrique, valérianique, restent en solution. On filtre sur un petit filtre et on lave à l'alcool fort. Le filtre égoutté, on le calcine dans le four à moufle dans une capsule de porcelaine. On titre à l'hélianthine et avec l'acide nitrique les carbonates formés. Le titre alcalimétrique, exprimé en acide sulfurique, du premier résidu étant diminué de ce dernier titre alcalimétrique, exprimé en acide sulfurique également, donne le total des acides fixes A_f. Le total des acides fixes, exprimé en acide sulfurique, diminué de l'acidité totale A_t du vin, déterminée sur 100^{cm^3} de vin avec la phénolphtaléine, donne l'acidité volatile A_v:

$$A_t - A_f = A_v.$$

Cette méthode est fort rapide, la calcination au four à moufle électrique demande seulement quelques minutes; la filtration est très rapide aussi; seule l'évaporation demande une heure environ, mais comme elle s'effectue sans aucune surveillance cela n'est pas un inconvénient. Quant à l'emploi de l'alcool, il ne présente aucune difficulté, puisqu'il suffit de le rectifier à nouveau.

Les résultats obtenus, exprimés en acide sulfurique, se traduisent en acide tartrique et en acide acétique sans calculs, si dans l'expression

$$A_t - A_f = A_v$$

les résultats sont exprimés en centimètres cubes de liqueur titrée normale.

La méthode ne donne pas de résultats exacts en présence d'acide lactique,

car celui-ci se partage entre les deux fractions; mais la présence de l'acide lactique dans les vins est absolument exceptionnelle. On notera d'autre part que l'acidité fixe représente réellement tout ce qui dans le vin fonctionne comme élément acide, jusqu'à la fonction acide des tannins. La méthode n'est applicable qu'au dosage de l'acidité organique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Oxydation de l'isoeugénol. Sur le déhydrodiisoeugénol.* Note de MM. **H. Cousin** et **H. Hérissey**, présentée par M. Guignard.

Les résultats que nous avons obtenus dans l'oxydation de l'eugénol par le perchlorure de fer, d'une part, et sous l'influence du ferment oxydant des champignons, d'autre part [1], nous ont engagés à poursuivre des recherches analogues sur l'isoeugénol.

Après de nombreux essais d'oxydation de l'isoeugénol par le perchlorure de fer, nous avons adopté le mode opératoire suivant :

On fait dissoudre 20^{cm^3} d'isoeugénol dans 180^{cm^3} d'alcool à 95°; on ajoute à la solution, en ayant soin d'agiter, 40^{cm^3} de perchlorure de fer officinal ($d = 1,26$), puis 120^{cm^3} d'eau distillée. Le mélange, d'abord vert bleu et limpide, prend peu à peu une coloration moins foncée et devient légèrement trouble; le trouble se résout bientôt en cristaux aiguillés qui se déposent au fond du liquide; le dépôt n'augmente plus guère après un contact de 24 heures; les cristaux, qui possèdent une très légère teinte rose, sont alors essorés, puis lavés avec 40^{cm^3} d'alcool à 45°, ce qui les rend tout à fait incolores. On les sèche dans le vide sulfurique. Le rendement est de 20 à 23 pour 100 d'isoeugénol.

Pour faire recristalliser le produit, le meilleur dissolvant à employer est l'alcool à 95° (10^{cm^3} pour 1^g de produit).

Le corps pur est tout à fait blanc; il se présente au microscope sous forme de longues aiguilles incolores, ou de lames aplaties souvent groupées en rosettes. Il cristallise anhydre. Il fond à 133° (corr.). Il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, la benzine, l'acide acétique cristallisable, les lessives alcalines.

Sa solution dans l'alcool absolu prend avec le perchlorure de fer une coloration bleue tirant sur le vert. Par contre les éthers que le composé est susceptible de fournir, et sur lesquels nous reviendrons plus loin, ne

(1) *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 1413; *Journ. de Pharm. et de Chim.*, 6e série, t. XXVIII, 1908, p. 49.

donnent plus aucune coloration avec le perchlorure de fer; ils réduisent le permanganate de potassium aqueux.

La cryoscopie faite dans l'acide acétique a donné : $M = 39 \times \frac{1,05}{0,126} = 317$; le calcul donne 326 pour $C^{20}H^{22}O^4$. On a trouvé à l'analyse : C = 73,72, H = 7,22 (calculé pour $C^{20}H^{22}O^4$: C = 73,62, H = 6,74).

D'après toutes ces données, le composé que nous avons obtenu doit être considéré comme résultant de la soudure de 2^{mol} d'isoeugénol, avec départ de 2^{at} d'hydrogène; c'est un *déhydrodiisoeugénol*, isomère du déhydrodieugénol antérieurement préparé par nous.

On peut également obtenir le déhydrodiisoeugénol en faisant agir le perchlorure de fer dilué sur l'isoeugénol en solution aqueuse :

On ajoute à 1^{lg} d'eau distillée 2^{cm^3},5 d'isoeugénol dissous dans 22^{cm^3},5 d'alcool à 95°; on agite fortement et l'on filtre sur papier mouillé. Le liquide filtré est additionné de 10^{cm^3} de perchlorure de fer officinal. La liqueur, d'abord verdâtre, puis grise, se trouble et laisse finalement déposer un précipité blanc grisâtre qu'on recueille après 24 heures; ce précipité lavé, essoré et séché pèse 80 pour 100 de l'isoeugénol primitif. Soumis à des redissolutions convenables dans l'alcool, il peut fournir du *déhydrodiisoeugénol* cristallisé et pur, fondant à 133°, donnant à l'analyse C = 73,62, H = 6,96.

Cette méthode d'obtention du déhydrodiisoeugénol par oxydation en milieu aqueux n'est cependant pas à recommander, car elle conduit, avec plus de peine, à des résultats beaucoup moins bons que celle qui consiste à faire agir le perchlorure de fer en milieu alcoolique (¹).

Nous avons également oxydé l'isoeugénol en soumettant à l'action d'un courant d'air la solution aqueuse d'isoeugénol à 2^{cm^3},5 pour 10^l d'eau, additionnée de macération glycérinée de *Russula delica* Fr. (2 parties de glycérine pour 1 partie de champignon frais), dans la proportion de 5^{cm^3} de macération pour 10^l de la solution d'eugénol. Le précipité produit, recueilli et purifié par l'alcool, a donné du *déhydrodiisoeugénol* cristallisé, fondant à 132°,5, et donnant un éther méthylique fondant à 125°.

(¹) Un grand nombre de composés phénoliques peuvent être oxydés par cette dernière méthode et conduire, sans manipulations compliquées, à l'obtention des produits d'oxydation cristallisés, comme nous nous en sommes assurés par quelques essais spéciaux. Il suffit, par exemple, de traiter le naphtol β exactement comme l'isoeugénol, sans changer en rien les proportions des réactifs mis en œuvre, pour obtenir le binaphtol β cristallisé et pur.

Nous avons préparé trois éthers du déhydrodiisoeugénol :

Le *diméthyldéhydrodiisoeugénol* a été obtenu par l'action du sulfate de méthyle en présence de lessive de potasse. Il est cristallisé en minces lamelles, incolores, nacrées. Il fond à 126° (corr.).

Le *diacétyldéhydrodiisoeugénol* a été préparé en chauffant le déhydrodiisoeugénol avec l'anhydride acétique, en présence d'acétate de sodium fondu. Ses cristaux sont blancs, massifs et denses. Il fond à 114° (corr.).

Le *dibenzoyldéhydrodiisoeugénol* a été préparé par action du chlorure de benzoyle sur le déhydrodiisoeugénol dissous dans la lessive de potasse. Il a cristallisé en sphéro-cristaux formés d'aiguilles radiées, incolores; il fond à 119°-120° (corr.).

Ces trois éthers sont insolubles dans l'eau; ils sont solubles, à des degrés différents, dans l'alcool, surtout à chaud, dans l'éther, la benzine et le chloroforme.

En résumé, nous avons indiqué dans ce travail une méthode de préparation facile du déhydrodiisoeugénol, non encore connu; nous avons montré la formation de ce composé sous l'influence du ferment oxydant des champignons; nous avons préparé les éthers diméthylique, diacétique et dibenzoïque du déhydrodiisoeugénol.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouveau mode de préparation d'anhydrides mixtes d'acides organiques.* Note de M. J. **Bougault**, présentée par M. A. Haller.

Lorsqu'on se propose de préparer des anhydrides d'acides, la première condition qu'on recherche, et qui semble indispensable, c'est d'opérer en l'absence de toute trace d'eau; en outre, les réactifs qu'on emploie sont toujours des déshydratants assez énergiques : perchlorure ou oxychlorure de phosphore, oxychlorure de carbone, chlorures d'acides, etc. *A fortiori*, s'applique-t-on à éviter la présence d'alcalis, libres ou carbonatés, encore plus hydratants, vis-à-vis des anhydrides d'acides, que l'eau seule.

Le nouveau mode de préparation des anhydrides mixtes, dont il va être question, présente cette particularité curieuse que la réaction s'effectue dans les conditions mêmes qui, à s'en tenir aux procédés classiques, paraissent le plus contre-indiquées, à savoir en solution aqueuse très diluée et en présence de carbonate de sodium.

I. Je rappelle en quelques mots des faits déjà publiés et auxquels se rattachent étroitement les recherches actuelles.

J'ai déjà montré : 1° que l'iode agissant sur la solution aqueuse du sel de sodium de l'acide phénylisocrotonique $C^6H^5 - CH = CH - CH^2 - CO^2H$ (et d'une façon générale sur les acides éthyléniques βγ) donne une lactone iodée (¹)

$$\underbrace{C^6H^5 - CH}_{O} - CHI - CH^2 - \underbrace{CO}_{} \;;$$

2° que le même acide phénylisocrotonique, traité également par l'iode, mais en présence d'un grand excès de carbonate de sodium, est converti intégralement en acide benzoylacrylique (²) $C^6H^5 - CO - CH = CH - CO^2H$.

A ces deux réactions, j'ajoute maintenant la troisième qui conduit aux anhydrides mixtes en question. Elle s'effectue comme suit : Si, dans la préparation de l'acide benzoylacrylique qui vient d'être rappelée, on ajoute à la solution aqueuse contenant le phénylisocrotonate de sodium et le carbonate de sodium en excès, une quantité suffisante d'un acide aromatique (benzoïque, cinnamique, etc.) à l'état de sel de sodium, puis l'iode, peu à peu, comme pour la préparation de l'acide benzoylacrylique (*loc. cit.*), on obtient un précipité qui est l'*anhydride mixte de l'acide benzoylacrylique et de l'acide aromatique employé*.

J'ai préparé ainsi les anhydrides suivants :

Anhydride benzoïque-benzoylacrylique : $\begin{matrix} C^6H^5 - CO - CH = CH - CO \\ C^6H^5 - CO \end{matrix} \rangle O$

» cinnamique-benzoylacrylique : $\begin{matrix} C^6H^5 - CO - CH = CH - CO \\ C^6H^5 - CH = CH - CO \end{matrix} \rangle O$

» phénylacétique-benzoylacrylique : $\begin{matrix} C^6H^5 - CO - CH = CH - CO \\ C^6H^5 - CH^2 - CO \end{matrix} \rangle O$

» benzoylpropionique-benzoylacrylique : $\begin{matrix} C^6H^5 - CO - CH = CH - CO \\ C^6H^5 - CO - CH^2 - CH^2 - CO \end{matrix} \rangle O$

II. *Anhydride benzoïque-benzoylacrylique.* — Ce corps cristallise en fines

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 864, et t. CXLIII, 1906, p. 398. — Voir aussi le Mémoire plus étendu dans *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8ᵉ série, t. XIV, 1908, p. 145 à 184.

(²) *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 141 et 411.

aiguilles incolores fondant à 158°. Il est insoluble dans l'eau, à peu près insoluble dans l'alcool froid, un peu plus soluble dans l'alcool bouillant, dans l'éther, dans le benzène; il se dissout le mieux dans le chloroforme.

Outre le dosage du carbone et de l'hydrogène qui s'accorde avec la formule proposée, voici quelques réactions qui la justifient.

La solution de carbonate de sodium ne l'attaque pas à froid, lentement au bain-marie bouillant, en même temps on perçoit l'odeur d'acétophénone. La décomposition est plus rapide en employant la lessive de soude diluée à l'ébullition, en même temps qu'il distille de l'acétophénone (provenant de la décomposition de l'acide benzoylacrylique).

La solution alcoolique bouillante, additionnée d'une petite quantité de solution de carbonate de sodium, dégage aussitôt une odeur très nette de benzoate d'éthyle.

L'anhydride mixte bouilli un quart d'heure avec de l'acide acétique, dilué de son volume d'eau, est totalement transformé en ses deux acides composants : l'acide benzoïque et l'acide benzoylacrylique qu'il est assez facile de séparer et de caractériser.

La même opération, répétée avec addition de zinc, donne un mélange d'acide benzoïque et d'acide benzoylpropionique (ce dernier prend naissance de l'acide benzoylacrylique sous l'influence du zinc et de l'acide acétique).

III. Les autres anhydrides mixtes que j'ai préparés ont des propriétés tout à fait analogues à celles du précédent et les mêmes réactions générales.

L'anhydride cinnamique-benzoylacrylique fond à 154°,
» phénylacétique-benzoylacrylique fond à 118°,
» benzoylpropionique-benzoylacrylique fond à 156°.

IV. Il est à remarquer que, dans ces préparations, les conditions qui seules paraissent avoir de l'influence pour la formation des anhydrides mixtes sont : 1° l'insolubilité de l'anhydride, qui le soustrait à l'influence décomposante de l'eau et détermine la réaction dans le sens de l'anhydride en rompant l'équilibre en sa faveur; 2° l'état naissant de l'acide benzoylacrylique qui se forme, comme je l'ai indiqué, à partir de l'acide phénylisocrotonique.

Il est cependant assez surprenant que cet acide, même naissant, puisse se lier aux acides benzoïque, cinnamique, etc., même en présence de carbonate de sodium, car la liqueur reste nettement alcaline au tournesol pendant toute l'opération.

Il me semble que ce nouveau mode de préparation d'anhydrides mixtes tire un intérêt tout particulier des conditions si spéciales dans lesquelles il s'effectue.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution de la vicianine*. I. Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **G. Weisweiller**, présentée par M. L. Maquenne.

La vicianine est un glucoside découvert par l'un de nous dans les graines d'une vesce sauvage, *Vicia angustifolia* [1] et retrouvé depuis, en collaboration avec Mlle L. Rivkind, dans plusieurs autres espèces du même genre [2]. Elle est facilement dédoublée à l'aide de diastases avec production d'acide cyanhydrique. Aussi a-t-on dû renoncer à se servir des graines qui en renferment pour nourrir les animaux.

La vicianine offre de grandes analogies avec l'amygdaline. Elle s'en distingue cependant par ses constantes physiques. Elle n'a pas non plus la même composition : sa formule renfermerait CH^2O en moins. Toutefois, comme il n'est déjà plus possible de compter sur l'analyse élémentaire pour déterminer la composition exacte d'un corps aussi complexe, nous attendrons d'avoir établi tout à fait la constitution chimique pour proposer une formule définitive. Aujourd'hui, nous allons montrer que la vicianine dérive du nitrile phénylglycolique gauche.

Quand on dissout un peu de vicianine dans l'acide sulfurique concentré, il se développe, lentement à froid, rapidement si l'on chauffe, une belle coloration rouge carmin, identique à celle que produisent, dans les mêmes conditions, l'amygdaline des amandes et l'iso-amygdaline de Dakin [3]. Cette réaction, considérée par H. Schiff comme caractéristique du nitrile phénylglycolique [4], est bien due à la présence du groupement $C^6H^5-CH\begin{smallmatrix}\diagup CN \\ \diagdown O -\end{smallmatrix}$ dans la molécule du glucoside. Ceci est démontré par deux réactions principales.

La première est la mise en liberté, par hydrolyse diastasique, d'une molécule d'aldéhyde benzoïque et d'une molécule d'acide cyanhydrique.

Dans un matras jaugé, on a dissous 1g de vicianine cristallisée, 0g,5 d'une préparation diastasique obtenue avec des graines de *Vicia angustifolia* et, après avoir com-

(1) Gabriel Bertrand, *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 832.
(2) Gabriel Bertrand et L. Rivkind, *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 970.
(3) *Journal of the chem. Soc.*, t. LXXXV, 1904, p. 1512.
(4) *Berich. d. d. chem. Ges.*, t. XXXII, 1899, p. 2699.

plété exactement le volume de 50^{cm^3} avec de l'eau, on a abandonné le tout à l'étuve, à la température de $+35^o$. Pour éviter toutes pertes de produits volatils, on a pris la précaution de paraffiner le bouchon du matras.

Après 2 jours, on a divisé le liquide en deux parties égales; chacune de ces parties a été distillée dans un petit appareil en se servant d'un courant de vapeur pour favoriser l'entraînement de l'acide cyanhydrique et de l'aldéhyde. L'acide a été dosé dans le distillat par la méthode de Denigès ([1]); l'aldéhyde a été précipité et pesé à l'état de phénylhydrazone. Une partie du glucoside a résisté à la décomposition diastasique, mais on a trouvé pour le reste :

Acide cyanhydrique.............	$0^g,04887$
Aldéhyde benzoïque.............	$0^g,1885$

c'est-à-dire, en tenant compte des poids moléculaires de ces deux substances, exactement le rapport d'une molécule de l'un pour une molécule de l'autre :

$$\frac{0,04887}{27} = 0,00181 \quad \text{et} \quad \frac{0,1885}{106} = 0,00178.$$

L'aldéhyde produit est bien de l'aldéhyde benzoïque. Non seulement on a vérifié le point de fusion de sa phénylhydrazone, mais, dans une expérience effectuée sur une quantité notable de glucoside, on en a isolé plusieurs grammes qui ont permis de l'identifier par son odeur, ses constantes physiques et sa facile transformation à l'air en acide benzoïque.

L'acide cyanhydrique a été reconnu par la formation du bleu de Prusse et celle du sulfocyanate. On n'a pas trouvé d'autre produit volatil.

La seconde réaction établissant la présence du groupement

$$C^6H^5-CH\begin{matrix}\diagup CN\\ \diagdown O-\end{matrix}$$

dans la molécule de la vicianine est la production, par l'action hydratante des réactifs minéraux, de l'acide phénylglycolique (ou acide mandélique).

On a chauffé au bain-marie, dans une capsule, jusqu'à évaporation à sec, 4^g de vicianine avec 25^{cm^3} d'acide chlorhydrique fumant. Le résidu, épuisé par l'éther, a cédé à celui-ci $1^g,20$ de cristaux presque exclusivement formés d'acide phénylglycolique ([2]). Pour purifier et identifier l'acide, on l'a transformé, par saturation directe, en sel de

---

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. VI, 1895.

([2]) Fusible à $+120^o$-129° et ayant, en solution aqueuse à 4,8 pour 100 environ, $\alpha_D = -137^o$.

magnésium. Ce sel, cristallisé par évaporation partielle de sa solution aqueuse et séché à l'air, à la température de $+35°$, répond à la formule $(C^8H^8O^3)^2Mg + 2H^2O$.

	Trouvé.	Calculé.
Eau de cristallisation (par chauffage à $+130°$)....	10,02	9,89
Magnésium (dosé à l'état de sulfate)............	6,56	6,59

Dissous dans une petite quantité d'eau, en présence d'un léger excès d'acide sulfurique, il permet, par agitation avec l'éther, de régénérer quantitativement l'acide phénylglycolique pur ($0^g,40$ de sel ont donné $0^g,33$ d'acide, le calcul indiquant $0^g,336$).

L'acide ainsi obtenu, parfaitement incolore et cristallisé, fond à $+132°-133°$ au bloc Maquenne. C'est, d'après le sens de son pouvoir rotatoire, de l'acide phénylglycolique gauche. Dans l'eau, à la concentration de 1 pour 100 environ, $[\alpha]_D = -153°,3$ (température : $+18°$).

D'après les données de Walden [1], l'acide *l*-phénylglycolique pur a comme point de fusion $+131°-132°$ et, comme pouvoir rotatoire, $[\alpha]_D = -153°,06$.

La vicianine est donc, comme l'amygdaline, un dérivé du nitrile phénylglycolique gauche. Nous montrerons prochainement qu'elle diffère de ce glucoside par la nature du sucre qui est engagé dans sa molécule.

MINÉRALOGIE. — *La formation de la jadéite et les provinces minéralogiques sodiques dans les schistes cristallins.* Note de M. **Const.-A. Ktenas**, présentée par M. A. Lacroix.

Lorsque, dans des conditions analogues, il y a association d'un minéral avec un autre, dont la genèse est connue, ce fait peut quelquefois conduire à reconnaître la manière de formation du premier.

Un exemple caractéristique nous en est fourni par la jadéite ($NaAlSi^2O^6$) qui, comme nous l'avons démontré dans un travail précédent [2], est répandue dans les schistes cristallins de Syra (Archipel grec). Elle s'y trouve comme minéral essentiel :

I. Dans le *gabbro saussuritisé jadéitique* avec saussurite (agrégat d'épidote, de zoisite et de clinozoisite, avec albite et paragonite), qui est le produit

---

(1) *Zeitsch. physik. Chem.*, t. XVII, 1895, p. 705.

(2) Ktenas, *Tschermaks miner. und petr. Mitteilungen*, t. XXVI, Heft 4.

d'altération d'un feldspath calcosodique basique, avec rutile, sphène et chlorite comme minéraux accessoires.

2. Dans la *jadéitite*, qui présente un agrégat compact de jadéite, associée quelquefois à de grands cristaux de tourmaline, avec les mêmes éléments accessoires.

Il y a passage entre ces deux roches, qui d'autre part sont accompagnées d'un *gabbro saussuritisé* analogue au précédent, mais dans lequel la jadéite est remplacée par le *diallage* ou par ses produits d'altération, qui sont l'actinote, la trémolite [1], la glaucophane, la chlorite. Le diallage donne naissance d'autre part par la diminution de la saussurite à des pyroxénolites (*diallagites*).

On voit donc que la jadéite, qui est aussi un pyroxène, comme Des Cloizeaux l'a reconnu le premier, joue le rôle du diallage et donne naissance à des roches analogues. *On en doit conclure qu'elle est aussi cristallisée d'un magma, et la présence de la tourmaline à grands cristaux rend évident l'intervention des minéralisateurs pendant sa formation.*

La comparaison des différents gisements de jadéite montre une grande régularité dans la nature des minéraux qui l'accompagnent; plusieurs d'entre eux sont des silicates de sodium et d'aluminium, d'autres contiennent une grande quantité de ces mêmes éléments.

En Indo-Chine la jadéite est associée à des roches à *glaucophane* et à *albite*, et la *néphéline* s'y trouve associée [2].

On retrouve la même association de *pyroxènes sodiques* avec l'*albite* et la *glaucophane* dans les Alpes piémontaises [3].

Syra enfin, où l'on constate maintenant la présence de la *jadéite*, de l'*albite* et de *tourmaline*, est depuis longtemps connue comme le gisement classique de la *glaucophane* et de la *paragonite*.

Il existe donc dans les schistes cristallins des provinces minéralogiques

---

(1) Nous devons faire remarquer ici que l'actinote et la trémolite secondaires forment quelquefois des agrégats compacts, qui ont les caractères de la *néphrite*; c'est pour cela que l'opinion de Kalkowsky, qui admet, dans un travail contenant d'ailleurs des détails très intéressants (*Zeitschr. d. deutschen geol. Gesellschaft*, 1907, p. 307), que la néphrite de la Ligurie dérive de la serpentine par l'action du dynamométamorphisme, me paraît fort hypothétique.

(2) MAX BAUER, *Neues Jahrbuch für Miner., Geol. und Pal.*, t. I, 1896, p. 618.

(3) FRANCHI, *Boll. com. geol.*, 1900, I, et ZAMBONINI, *Atti R. Accad. dei Lincei*, t. X, 1er sem., p. 24.

sodiques, qui sont en quelque sorte analogues aux provinces minéralogiques éruptives alcalines des formations sédimentaires. Mais quelle est la cause de cette association?

Parmi ces minéraux, les uns, comme la glaucophane et la paragonite, sont considérés, à juste titre, comme éléments des schistes cristallins; ils se trouvent quelquefois dans les roches éruptives basiques, mais toujours comme produits d'altération. L'albite n'est pas rare dans les roches d'origine interne, mais elle est particulièrement fréquente dans les schistes cristallins. Quant à la jadéite, elle est formée, comme nous avons vu, par la voie ignée, ainsi que la néphéline, tandis que la tourmaline est par excellence un des minéraux de formation pneumatolitique.

Il n'existe aucun rapport génétique entre la jadéite et la glaucophanite, comme le démontrent, outre leur examen microscopique, la constitution chimique de la première ([1]). Qu'une partie des roches à glaucophane est née de la transformation de gabbros et d'autres roches basiques est un fait bien connu; mais qu'il existe d'autre part des associations glaucophanitiques qui n'ont aucun rapport avec des roches éruptives, c'est ce qui ressort de la constitution chimique du schiste à glaucophane (Ktenas, *loc. cit.*, p. 44) :

SiO^2 55,40; Al^2O^3 9,30; Fe^2O^3 6,70; FeO 4,26;
CaO 5,55; MgO 10,92; Na^2O 6,89.

Pendant l'injection des roches jadéitifères et des autres roches d'origine interne qui les accompagnent, les sédiments argileux doivent donc avoir été enrichis localement en sodium en proportions diverses apportées par des fluides et des vapeurs ([2]). Outre la *tourmaline*, la présence de l'*apatite*, associée par places à la glaucophane, milite en faveur de cette opinion.

Si l'on doit attribuer en grande partie à l'action de ces fluides la cristallisation des sédiments, ce qui est très probable pour l'Archipel, c'est ce que nous apprendra l'examen minéralogique de ses couches. Termier a accepté cette manière de voir pour les Alpes occidentales ([3]). En tout cas, ces fluides et vapeurs furent, *localement et dans le voisinage des roches jadéitiques*, assez sodifères pour donner naissance à des silicates sodiques.

([1]) Voir Becke, *Denkschr. d. kais. Ak. Wien*, t. LXXV, 1903, et Grubenmann, *Die kristallinen Schiefer*, t. I, p. 60.

([2]) Il ne peut être question ici d'un « métamorphisme de contact », puisque la plupart de ces minéraux ne se trouvent pas au contact immédiat des roches éruptives.

([3]) *Comptes rendus, 9e Session du Congr. intern. Vienne*, t. I.

BOTANIQUE. — Folotsy *et* Voharanga, *deux Asclépiadées nouvelles de Madagascar*. Note de MM. **Costantin** et **Bois**, présentée par M. Ed. Perrier.

En publiant l'an dernier un travail sur les plantes envoyées de Madagascar par M. Geay et cultivées dans les serres du Muséum ([1]) nous avons mentionné, sans y insister autrement, deux plantes curieuses qui y sont désignées par leurs noms malgaches de *Folotsy* et de *Voharanga*. Ce sont deux Asclépiadées dont nous nous proposons ici de préciser les caractères.

Folotsy ([2]). — Cette plante est connue des Malgaches qui se servent de son latex comme d'une sorte de glu pour prendre les oiseaux. Ce lait est coagulé sur la main, puis roulé et étendu en lanières autour des branches qu'on passe au feu; ces rameaux sont ensuite attachés aux parties supérieures des arbres et c'est à la matière résineuse qui les couvre que les oiseaux se prennent. Le latex contient donc un caoutchouc très résineux dont la facile transformation en matière agglutinante a été ainsi utilisée par les indigènes. Ils l'emploient, d'après M. Jumelle ([3]), pour frauder l'Intisy.

Aspect extérieur. — Le port de cette Asclépiadée, qui n'a pas encore fleuri dans nos serres, est étrange. C'est un arbuste sarmenteux, irrégulièrement ramifié, s'appuyant autour des supports sans présenter de volubilité caractérisée; son tronc, à la base, est grisâtre, couvert de lenticelles allongées, noueux, de 2^{cm} de diamètre; les parties les plus jeunes sont charnues, lisses, vertes et légèrement glauques, articulées (articles de 5^{cm} à 14^{cm} de long). Les feuilles manquent, sauf à l'extrémité des jeunes pousses où elles se montrent sous forme de petites écailles dressées, promptement caduques, de forme triangulaire, à peu près sessiles, glabres, de 6^{mm} à 8^{mm} de long, sur 4^{mm} de large, avec une glande pectinée-palmée à leur aisselle.

([1]) *Comptes rendus*, juillet 1907; *Revue horticole*, novembre 1907.

([2]) Cette plante a été rencontrée dans la région de Tuléar entre le Fihéréna et l'Onilahy, depuis la base des collines calcaires jusqu'au mont Vohibé.

([3]) M. Jumelle (*Plantes à caoutchouc*, 2e édition, p. 184) s'exprime ainsi à ce sujet : « Il importerait, dans la mesure du possible, de réprimer les fraudes des indigènes, qui ne consistent pas seulement dans l'addition de pierres ou d'impuretés de toutes sortes au caoutchouc, mais dans le mélange du latex d'*Intisy* avec les laits de *Laro* et de *Folotsy*. Ces deux plantes sont bien également des Euphorbes, mais à produit sans valeur. » Cette dernière opinion est exacte pour l'*Euphorbia Laro* Drake del Castillo (*Bull. du Mus.*, 1899, p. 307), mais non pour le Folotsy. D'après M. Geay, le latex de Folotsy, à l'abri des oxydases, pourrait fournir un caoutchouc, de qualité inférieure il est vrai.

Ce port rappelle beaucoup celui d'un certain nombre d'espèces de Madagascar, surtout du Sud-Ouest, où l'absence de feuilles et la carnosité des tiges sont à peu près la règle pour beaucoup d'Euphorbiacées (*Euphorbia Laro, Decorsei, stenoclada*, etc.) et d'Asclépiadées (*Sarcostemma*, etc.). Nous verrons que ce port se retrouve dans le *Voharanga*. Ces ressemblances frappantes de ces plantes sont évidemment des caractères d'adaptation à un climat très spécial de ces espèces éloignées, appartenant à des familles distinctes.

Les mêmes tiges charnues, articulées, de 15^{mm} de diamètre, se retrouvent dans la partie florifère. Les fleurs sont insérées en étages successifs à la hauteur des nœuds; il y a en général, à chaque nœud, deux glomérules ombelliformes de nombreuses fleurs à pédicelles grêles, atteignant jusqu'à 2^{cm}, insérés sur des épaississements courts en forme de coussinets.

L'étude de la fleur (conservée dans le formol) permet de constater qu'il s'agit d'une plante nouvelle pour laquelle nous créons un genre nouveau, *Folotsia*, de la tribu des Cynanchées, que nous désignerons sous le nom de *Folotsia sarcostemmoides*.

Fleur. — Le calice est glabre, court, en coupe, à divisions triangulaires, larges, terminées par une glande jaunâtre; entre ses divisions et sur la face interne s'observent également d'autres glandes de même couleur jaune. La corolle, de couleur blanche sur le frais, légèrement en cloche, a 5^{mm} à 6^{mm} de longueur; elle est profondément divisée en lobes triangulaires, un peu charnus. La coronule naissant à la base de la corolle est unique, ayant à peu près la même longueur que la corolle, à base bosselée, dont les parties saillantes correspondent aux divisions qui sont au nombre de dix; cinq d'entre elles un peu en saillie à l'extérieur sont linéaires, avec la pointe infléchie en haut vers l'intérieur de la fleur; cinq autres plus intérieures et plus larges sont sacciformes dans leur partie inférieure, coudées dans leur partie médiane et en forme de fer de flèche (sagittées) au-dessus de ce point, l'extrémité très étroite étant infléchie vers l'extérieur. Le stigmate est très saillant au-dessus des étamines en un long appendice cylindrique, obtus au sommet, un peu plus court que la coronule.

Ce genre nouveau se place à côté des *Sarcostemma* et des *Decanema*. Il se distingue du premier par la présence d'une seule coronule adhérente à la corolle au lieu de deux [1]; il y a une seule coronule, il est vrai, à dix dents (5 plus externes et 5 plus internes) dans les *Decanema*, mais, dans ce der-

(1) Un *Sarcostemma* n'a qu'une seule coronule, mais on en a fait un genre distinct (*Monostemma* Turczaninow ou *Sarcocyphula* Harvey) et la coronule est tout à fait différente de celle du *Folotsia*. L'étude des autres représentants du genre *Sarcostemma* nous a permis de constater une organisation florale très uniforme.

nier genre, les cinq lobes internes sont opposés aux étamines; de plus, les divisions de la coronule des *Decanema* se terminent en longs appendices filiformes courbés en haut et le stigmate n'est pas plus saillant.

Voharanga (¹). — Le Voharanga est également une plante d'aspect très bizarre; nous en possédons au Muséum plusieurs jeunes exemplaires, issus de graines, qui ne peuvent être mieux comparés qu'à un morceau de bois mort couvert de verrucosités verdâtres ou noirâtres, lichéniformes. Le plus grand exemplaire que nous possédions a $0^m,70$ de hauteur.

La tige, d'abord simple, se ramifie au-dessus d'une brisure et la partie nouvelle s'est redressée pour prolonger la tige première. Le diamètre est de 1^{cm} dans la partie la plus épaisse. Cette tige s'effile vers le haut et porte au sommet, sur ses parties jeunes, un peu cotonneuses, des feuilles extrêmement réduites, de 3^{mm} à 4^{mm} de long, courtement pétiolées, ovalaires, dressées et appliquées sur la tige; ces feuilles rapidement caduques sont accompagnées à droite et à gauche de deux glandes stipulaires.

Des tiges florales, récoltées par M. Geay à Madagascar et conservées dans le formol, sont ramifiées; elles sont noueuses et mesurent 6^{mm} de diamètre. Les fleurs, en glomérules ombelliformes, naissent aux articulations sur des sortes de coussinets tuberculiformes. Le pédoncule a de 2^{mm} à 4^{mm} de longueur.

Fleur. — La fleur est glabre, de 3^{mm} de longueur. Le calice est à divisions nettement triangulaires, présentant dans les sinus, à l'intérieur, une ou deux glandes. La corolle, peu ouverte, se divise profondément en lobes triangulaires-lancéolés. La coronule est unique, formant un cylindre ventru à la base, se divisant supérieurement en dix lobes : cinq plus externes dressés, à sommet un peu infléchi vers l'axe; cinq plus internes complètement rabattus vers le centre. Vus de la face interne, ces dents se dédoublent en deux étages superposés. Les appendices triangulaires qui terminent le connectif se rapprochent en cône qui recouvre et cache le stigmate peu saillant, conique, se terminant en deux parties.

La position inférieure des pollinies par rapport au rétinacle indique que cette plante est encore une Cynanchée affine aux *Decanema* et aux *Sarcostemma*; elle se distingue du premier genre par sa coronule unique et du second par les divisions de la coronule prolongées en appendices filiformes. La structure de cet organe est très différente de celle du *Folotsia*; aussi désignerons-nous cette dernière Asclépiadée sous le nom de *Voharanga madagascariensis*, en créant pour elle le genre nouveau : *Voharanga*.

(¹) Même distribution géographique que le *Folotsy*.

CRYPTOGAMIE. — *Formation normale et formation désordonnée des conidies chez les Aspergillacées.* Note de M. **L. Mangin**, présentée par M. Guignard.

La distinction des espèces est fondée sur les caractères qui paraissent garder, à travers les modalités diverses du milieu, le plus grand degré de constance. Les appareils reproducteurs, développés temporairement sur l'appareil végétatif et se nourrissant à ses dépens, semblent satisfaire à cette condition; aussi fournissent-ils les caractères fondamentaux de la classification.

Chez les Champignons, la faible différenciation de l'appareil végétatif d'une part et, d'autre part, les formes variées de l'appareil reproducteur ont imposé, plus étroitement que chez les autres groupes de végétaux, la nécessité de recourir aux appareils reproducteurs pour l'établissement des diagnoses.

Ces appareils ont-ils tous la même valeur à ce point de vue?

J'ai été amené à étudier cette question, encore indécise, en essayant d'identifier certaines formes d'Aspergillacées; je me propose, dans cette Note, d'établir que, par la culture dans des milieux variés et aux diverses températures, l'appareil conidien des formes de cette famille varie dans des limites parfois très étendues. Les données suivantes établissent nettement ce fait, dont l'importance en Systématique n'est pas douteuse.

1° *Influence de la température.* — Dimensions des conidies développées sur le même milieu, exprimées en μ :

Aspergillus glaucus γ.

9° à 10°.		23°.	30°.
4,7	15,9 × 5,6	3,75	4,70
5,6	15,9 × 7,5	4,7	5,6
8,4	13,10 × 10,3	5,6	6,6
9,4		6,6	7,5
11,2		7,5	8,4
12,2			9,4
			9,4 × 6,6

Aspergillus glaucus λ.

10°.	23°-24°.	35°.	
5,6	4,7	3,7	9,4
7,5	5,6	5,6	10,3
10,3	8,4	6,6	
11,2 × 10,3	4,7 × 9,4	7,1	
12,2 × 10,4		7,5	

Aspergillus glaucus τ.

6°.		21°-23°.	37°,5.	
5,6	9,4	5,6	5,6	5,6 × 13,1
7,5	11,2	4,7	6,6	10,3
8,4	12,1	5,6 × 6,6	7,5	8,45 × 5,6
			7,5 × 9,4	

Sterigmatocystis nigra α.

10°.		25°.	37°,5.
4,7	2,8	2,8	2,8
5,6	7,5	3,7	3,7
3,7			4,7

2° *Influence du milieu.* — Conidies développées à la même température, dimensions exprimées en μ :

Aspergillus glaucus β.

Carotte pure, 10°.	Carotte sucrée, 10°.
4,7	4,7
7,5	5,6
9,4	6,6
10,3	7,5

Aspergillus glaucus π.

Pomme de terre, 23°.		Carotte pure, 23°.
5,4 × 8,4	10,3	6,6
6,6	13,1 × 10,3	7,5
6,6 × 8,4	12,2 × 11,2	5,6

Ces données montrent qu'une certaine loi préside, chez les Aspergillacées, à la formation des conidies.

Lorsque la culture a lieu à l'optimum de température et dans le milieu le plus favorable, les conidies sont presque toutes semblables par leur dimension et leur forme, et cette dimension correspond au minimum de taille, l'écart observé étant très faible ou au moins plus faible qu'à toutes les autres températures. Cette phase constitue ce que je désigne sous le nom de *formation normale*.

Lorsqu'on s'écarte de l'optimum, en deçà ou au delà, ou que le milieu est peu favorable à la végétation, la taille des conidies augmente, mais en même temps les dimensions varient beaucoup, car, à côté de formes géantes qui atteignent jusqu'à 15^{μ} et 18^{μ}, on trouve des conidies normales de 4^{μ} à 7^{μ}. C'est cette phase que je désigne sous le nom de *formation désordonnée*, presque toujours compliquée d'une modification de forme; les variétés à conidies sphériques donnant des conidies elliptiques et inversement. La formation désordonnée s'accentue à mesure qu'on se rapproche des températures limites de la croissance; elle constitue le premier terme et le plus constant des déformations de l'appareil fructifère et de l'appareil végétatif signalées, par de nombreux auteurs, aux confins de la végétation.

La dimension et la forme des conidies ne sont pas les seuls éléments variables; la grandeur des basides, le diamètre des têtes fructifères, la longueur des filaments fructifères, subissent aussi d'importantes modifications.

Les ornements des conidies, auxquels les descripteurs attachent souvent une importance exagérée, se modifient également, et j'ai obtenu, avec la même forme d'*Aspergillus*, suivant la température, des conidies fortement échinées, ou seulement verruqueuses, ou entièrement lisses.

Ces phénomènes ne sont pas spéciaux aux Aspergillacées et j'insisterai ultérieurement sur leur généralité.

Dès maintenant on peut, sous forme de conclusions, formuler les propositions suivantes : la diagnose d'une espèce de cette famille devra être logiquement fondée sur les caractères qu'elle possède à l'optimum de végétation; si cette diagnose est complétée par l'indication des variations observées pendant la formation désordonnée, on aura les éléments d'une description précise de l'espèce.

Toutefois, dans maintes circonstances, on se trouve en présence de moisissures qu'il n'est pas possible, pour des raisons diverses, de cultiver. Dans ce cas, il sera nécessaire de signaler exactement, avec la diagnose, les conditions de température et de milieu dans lesquelles l'observation a été faite.

Ces propositions, indispensables au travail d'identification, permettraient, si elles étaient adoptées, de simplifier les cadres de la classification,

trop souvent encombrées d'un grand nombre d'espèces dites *nouvelles*, qui ne sont que les formes ou les variétés d'espèces déjà connues, observées à des températures et dans des milieux différents.

PHYSIOLOGIE. — *Contribution à l'étude du sérum des animaux éthyroïdés.* Note (1) de M. L. LAUNOY, présentée par M. ROUX.

Du tableau très particulier des accidents consécutifs à l'ablation complète de l'appareil thyroïdien, tableau qui rappelle celui d'une intoxication par un poison du système nerveux, certains auteurs ont cru pouvoir conclure qu'après l'extirpation complète des thyroïdes et des parathyroïdes, il s'accumule dans le sang une substance toxique, normalement détruite ou neutralisée par la sécrétion thyroïdienne.

Les recherches de Colzi qui démontrent que, chez le chien, les accidents de la thyroïdectomie s'atténuent par la transfusion du sang d'un animal normal et surtout celles de Golowitsch ont grandement contribué à faire accepter cette hypothèse. En effet, d'après Golowitsch, par la transfusion du sang d'un animal éthyroïdé à un animal thyroïdectomisé depuis peu, on détermine immédiatement les accidents aigus, symptomatiques de l'athyroïdie. Cette expérience est de grand intérêt; mais Ughetti et Mattei qui l'avaient exécutée avant Golowitsch n'en avaient obtenu aucun résultat positif. D'autre part, de ses études sur la toxicité pour certaines espèces étrangères (grenouilles, cobayes, lapins) du sérum de chien éthyroïdé, Gley ne conclut pas de façon expresse à une augmentation de la toxicité normale de ce sérum et Baldi refuse toute toxicité spéciale au sérum des chiens éthyroïdés.

La question est donc controversée; nous en avons repris l'étude d'une façon systématique en nous adressant au sérum de chien et recherchant l'action de ce sérum sur les animaux de même espèce.

Nos recherches ont porté d'une part sur des animaux sains, d'autre part sur des animaux ayant subi depuis quelques heures la thyro-parathyroïdectomie bilatérale. Dans d'autre séries d'expériences, nous avons également étudié l'action du sérum de chien éthyroïdé sur des animaux de même espèce, dont on faisait varier l'état thyroïdien.

Dans ces expériences, la prise de sang a toujours été faite à la période d'acmé des accidents strumiprives.

D'une façon générale nous laissons le caillot exsuder son sérum, à la chambre noire, à la température ordinaire; après 24 heures, on décante et l'on centrifuge.

(1) Présentée dans la séance du 20 juillet 1908.

Dans certaines expériences, nous nous sommes également servi du sérum obtenu rapidement par centrifugation, sans contact prolongé avec le caillot. Le sérum recueilli était conservé à la température de la glace fondante et employé dans les 24 ou 48 heures.

Dans les Tableaux ci-dessous, nous résumons les résultats de nos deux premières séries de recherches, les seules dont nous voulons nous occuper dans cette Note.

1° *Action de l'injection de doses massives de sérum de chien éthyroïdé à des animaux normaux.*

Poids de l'animal injecté, en grammes.	Sérum prélevé *n* heures après l'ablation des glandes.	Quantité de sérum injecté en centimètres cubes.	Voie d'introduction.	Observations.
♀ 7 050..	90	65 d'emblée	Intra-veineuse	Aucun phénomène particulier.
♂ 13 000..	120	65 Id.	Id.	Quelques mouvements fibrillaires, très passagers, des muscles dorso-lombaires.
♂ 12 000..	122	120 en 6 injections à 3 minutes d'interv.	Id.	Courte agitation; mouvements fibrillaires des muscles de l'épaule.
♂ 12 000..	96	5 en 10 minutes	Intra-cérébrale	Aucun phénomène.
♂ 7 400..	122	» »	Id.	Id.
♀ 14 300..	93	29 mai, 200	Intra-péritonéale	Mouvements fibrillaires généralisés, faible degré de paresse du train postérieur. La durée de ces phénomènes ne dépasse pas 10 minutes.
	122	18 juin, 200	Id.	Id.
	96	9 juin, 200	Id.	Très légère secousse de quelques muscles dorso-lombaires. Hyperesthésie cutanée encore marquée 2 heures après l'injection. L'animal qui depuis le 29 mai a reçu 600$^{cm^3}$ de sérum, pèse 16^{kg},500.

2° *Action de l'injection de doses massives de sérum de chien éthyroïdé à des animaux de même espèce, complètement éthyroïdés, n'ayant pas encore présenté de symptômes d'athyroïdie.*

Poids de l'animal injecté.	Éthyroïdé depuis *n* heures.	Sérum prélevé *n* heures après l'ablation des glandes et des glandules.	Quantité de sérum injecté en cm³.	Voie d'introduction.	Observations.
♂ 7 250..	6	96	155	Intra-veineuse	Quelques secousses fibrillaires des muscles de l'épaule; dyspnée, état d'hébétude; accidents tout à fait passagers.
♂ 7 100..	17	124	63	Id.	30 minutes après l'injection, secousses très nettes de quelques fibrilles musculaires (épaules et cuisses). Phénomènes passagers.
♂ 8 400..	19	90	85	Id.	Les accidents d'athyroïdie sont à leur début. La démarche de l'animal est mal assurée, titubante. Pas de mouvements convulsifs après l'injection de sérum, mais état psychique assez particulier.
♀ 4700..	7	79	125	Intra-péritonéale	Pas de mouvements fibrillaires; état d'hébétude, stupeur; l'animal a repris toute sa vivacité 10 à 15 minutes après l'injection.

En résumé, la lecture des expériences indiquées dans les deux Tableaux ci-dessus nous démontre que :

1° Chez les chiens normaux, on peut injecter d'emblée de grandes quantités de sérum de chien éthyroïdé sans provoquer aucun des phénomènes, même primitifs : polypnée, paralysie des extenseurs, frémissement muscu-

laire des masséters et des temporaux, etc. qui sont caractéristiques, chez le chien, du début des accidents, rapidement mortels, d'athyroïdie. *A fortiori*, on ne remarque aucun accident aigu, telle que crise convulsive généralisée. Le seul fait à noter consiste dans l'apparition de mouvements fibrillaires localisés, immédiatement après ou quelques minutes après l'injection;

2° L'injection rapide, intra-veineuse, d'une grande quantité de sérum de chien éthyroïdé à un animal également éthyroïdé ne détermine pas d'attaques convulsives. Comme dans le cas précédent, nous avons noté quelques contractions fibrillaires et l'apparition d'un état psychique (hébétude, stupeur) assez particulier, qui se rapproche de l'état d'immobilité et d'indifférence aux excitations extérieures présenté par les myxœdémateux;

3° Chez les chiens thyro-parathyroïdectomisés, l'injection d'une grande quantité de sérum de chien éthyroïdé n'accélère par l'apparition des symptômes d'athyroïdie; elle n'abrège pas la survie de ces animaux et ne fait pas apparaître dans leur sérum de propriétés toxiques particulières.

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence des ferrocyanures et des ferricyanures alcalins sur la coagulation du sang.* Note de M. **J. Larguier des Bancels**, présentée par M. Dastre.

On sait que le sang, additionné d'un citrate alcalin en proportion convenable, perd la propriété de coaguler spontanément. Le mécanisme de ce phénomène est demeuré obscur. La plupart des auteurs supposent que les citrates interviennent au cours de la formation du « fibrinferment ». Pour les uns, ces sels représentent des décalcifiants particuliers (Sabbatani); pour les autres, ils exerceraient une action proprement physique, comparable à celle d'une paroi vaselinée, par exemple (Arthus).

Il est permis de se demander si l'influence des citrates n'est pas d'un ordre différent. Les citrates, sels d'un radical acide plurivalent, sont en état, comme tels, de faire obstacle à la précipitation des colloïdes négatifs et l'on peut supposer qu'ils déterminent l'incoagulabilité du sang en stabilisant tel ou tel des constituants de ce liquide. Il m'a paru intéressant de rechercher, de ce point de vue, si des électrolytes, fonctionnellement comparables aux citrates, ne donneraient pas lieu à des effets analogues.

Les expériences dont on trouvera le résumé dans la présente note ont porté sur le ferrocyanure de potassium et le ferricyanure de potassium. J'ai

constaté que ces sels, introduits *in vitro* dans le sang, en petite quantité, retardent la coagulation naturelle de celui-ci dans une mesure considérable. Il suffit que la concentration atteigne environ $\frac{1}{60}$ *m* en ferrocyanure et $\frac{1}{70}$ *m* en ferricyanure pour que l'incoagulabilité soit définitive. Toutes choses égales, l'action du ferricyanure est, on le voit, sensiblement plus puissante que celle du ferrocyanure.

Voici, à titre d'exemple, les résultats d'une expérience (26 mai 1908). Chien anesthésié à la morphine et au chloroforme. La carotide est découverte; 9^{cm^3},5 de sang sont introduits à 3^h dans des tubes contenant respectivement :

	A $3^h 30^m$.	Le 27, à $3^h 30^m$.
1. 2 gouttes ferrocy. pot. $\frac{1}{2}$ *m* + 6 gouttes eau...	Coagulum mou	Caillot rétracté
2. 4 » 4 » ...	Pas de coagulation	Caillot rétracté
3. 6 » 2 » ...	Pas de coagulation	Pas de coagulation
4. 8 » » » ...	Pas de coagulation	Pas de coagulation
5. 2 gouttes ferricy. pot. $\frac{1}{2}$ *m* + 6 gouttes eau...	Coagulum mou	Caillot rétracté
6. 4 » 4 » ...	Pas de coagulation	Pas de coagulation
7. 6 » 2 » ...	Pas de coagulation	Pas de coagulation
8. 8 » » » ...	Pas de coagulation	Pas de coagulation

Dans les tubes témoins, contenant du chlorure de sodium, la coagulation se produit en quelques minutes.

Les ferrocyanures et les ferricyanures alcalins, en vertu de l'ion négatif tétravalent ($Fe\,Cy^{6}$ ⁼) ou hexavalent ($Fe^2\,Cy^{12}$ ⁼) qu'ils apportent, stabilisent très nettement, en général, les colloïdes négatifs vis-à-vis des agents capables de les précipiter. Il est facile de s'en assurer à l'aide d'une suspension d'encre de Chine, par exemple, dont on détermine la floculation au moyen d'un sel de calcium en présence ou non du ferrocyanure ou du ferricyanure. Ces sels se comportent à cet égard à peu près comme les citrates dont les propriétés stabilisatrices ont été bien mises en lumière par Arthus.

On ne saurait guère admettre, d'autre part, que les ferrocyanures et les ferricyanures alcalins interviennent à titre de décalcifiants. On ne comprendrait pas, en effet, dans cette hypothèse, pourquoi l'action du ferrocyanure de potassium qui donne lieu à une précipitation partielle dans une liqueur contenant des sels solubles de calcium est moins puissante que celle du ferricyanure qui ne précipite point ces mêmes sels.

L'action des ferrocyanures et des ferricyanures alcalins sur le sang une fois établie, j'ai recouru, pour préciser les conditions du phénomène, à une solution de fibrinogène, dont j'ai étudié la coagulabilité en présence de ces sels.

Le fibrinogène a été préparé aux dépens du plasma fluoré de cheval, précipité par un égal volume de chlorure de sodium à 30 pour 100. Les flocons, recueillis immédiatement, sont dissous dans du chlorure de sodium à 8 pour 1000. La solution de fibri-

nogène obtenue de la sorte ne coagule pas spontanément, même au bout de plusieurs jours.

L'addition d'une petite quantité de sérum provoque la coagulation d'une solution de fibrinogène préparée comme il vient d'être dit. La présence dans la liqueur du ferrocyanure ou du ferricyanure de potassium, comme celle du citrate de potassium, retarde considérablement dans ces conditions la coagulation du fibrinogène. Toutes choses égales, elle est d'autant plus efficace que la teneur en fibrinogène est plus faible. L'action du ferrocyanure ou du ferricyanure, d'autre part, est plus puissante, en général, que celle du citrate; elle oppose, dans certains cas, un obstacle permanent à la coagulation de la solution de fibrinogène par le sérum. On observe aisément ces effets, en opérant sur des liqueurs dans lesquelles la concentration du ferrocyanure, du ferricyanure ou du citrate atteint $\frac{1}{60}$ *m* environ.

En résumé, l'addition au sang, ou plus généralement à une liqueur fibrinogénée, d'une petite quantité d'un électrolyte comportant un ion négatif plurivalent fait obstacle à la coagulation spontanée ou provoquée de cette liqueur. Il semble légitime de rapporter cette action aux propriétés stabilisatrices d'un tel ion. Cette hypothèse apparaît, provisoirement, comme la plus simple et la plus naturelle.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le dédoublement diastasique du lactose, du maltose et de leurs dérivés.* Note de MM. **H. Bierry** et **J. Giaja**, présentée par M. Dastre.

Nous avons recherché si, dans les réactions hydrolysantes produites par la lactase ou la maltase, il existait une relation entre l'activité du ferment soluble et la fonction ou la structure chimique de la substance soumise à la digestion. Dans ce but, nous avons étudié comparativement sur le lactose, le maltose ou leurs dérivés, l'action de la lactase ou de la maltase animale provenant de deux sources différentes : 1° intestin ou pancréas des Mammifères; 2° suc gastro-intestinal des Mollusques.

I. *Lactase.* — Nous avons préparé l'acide lactobionique que nous avons transformé en lactone. Pour cela, nous avons suivi le procédé de E. Fischer et Mayer [1], en le modifiant dans quelques-uns de ses détails, de manière à augmenter le rendement.

---

[1] Fischer et Mayer, *Berichte d. d. chem. Gesell.*, t. XXII, 1889, p. 361.

Sur cette lactone (simplement dissoute dans l'eau, ou dissoute et puis neutralisée incomplètement par le carbonate de calcium, ou bien neutralisée complètement par un alcali) et sur le lactose, nous avons fait agir comparativement la lactase obtenue par macération d'intestins de fœtus (vache ou brebis) et la lactase du suc gastro-intestinal d'*Helix pomatia*.

Les macérations d'intestins de fœtus, filtrées ou non sur bougie Berkefeld, avec des antiseptiques divers, au bout de 2 jours et même de 5 jours, n'exercent qu'une action très faible sur l'acide lactobionique ou ses sels, alors que rapidement, dans les mêmes conditions, le lactose est complètement hydrolysé.

Il en est tout autrement du suc digestif de l'escargot, qui produit une transformation marquée en donnant du galactose et de l'acide gluconique; il suffit également d'ajouter ce même suc à une macération d'intestins restée presque inactive pour voir apparaître le galactose au bout de 12 ou 24 heures. Il s'agit bien là d'une action diastasique due à la lactase, car le suc perd tout pouvoir hydrolysant sur l'acide lactobionique et sur le lactose après chauffage à 70°. Cette action ne saurait être rapportée à l'émulsine qui existe également, comme nous l'avons constaté, dans le suc gastro-intestinal d'*Helix*, mais qui garde son activité après chauffage à cette même température. L'hydrolyse la plus intense s'observe avec le suc d'escargot et la lactone elle-même simplement dissoute dans l'eau.

On voit que la nature de la fonction chimique exerce une influence marquée sur la réaction lactasique. Voulant voir jusqu'où se poursuivrait l'action hydrolysante sur les dérivés du lactose, et l'importance que pourrait présenter l'introduction d'une chaîne latérale dans un dérivé, nous avons fait agir le suc d'*Helix pomatia* sur la lactosazone elle-même et nous avons constaté qu'elle était dédoublée avec mise en liberté de galactose.

E. Fischer a montré que l'acide chlorhydrique fumant transforme la phényllactosazone en lactosone, aldocétose que l'ébullition avec les acides étendus dédouble en glucosone et galactose-*d*; il a montré en outre l'oxydation du lactose en présence d'eau bromée, sa transformation en acide lactobionique et le dédoublement par les acides de ce produit d'oxydation en galactose et acide gluconique. C'est en se fondant sur ces considérations que le chimiste allemand a proposé de considérer le lactose comme un galactoside du glucose. Ces faits nouveaux que nous apportons viennent appuyer cette manière de voir.

II. *Maltase*. — Nous avons préparé également la lactone de l'acide maltobionique [1], sur laquelle nous avons fait agir comparativement le suc digestif d'*Helix pomatia* et la macération d'intestin grêle de chien. Tout se passe comme pour l'acide lactobionique : l'hydrolyse extrêmement faible

---

[1] Fischer et J. Mayer, *Berichte d. d. chem. Gesell.*, t. XXII, 1889, p. 1941.

avec la macération d'intestin grêle de chien est marquée avec le suc digestif de l'escargot. Dans les mêmes conditions, la macération d'intestin de chien dédouble cependant très rapidement le maltose.

On aurait pu supposer que l'intestin des Mammifères sécrétait de petites quantités d'un ferment spécial capable d'hydrolyser l'acide maltobionique, tandis que ce ferment, différent de la maltase, se trouvait assez abondamment dans le suc digestif des Mollusques. Il n'en est rien, l'action doit être rapportée à la maltase; en effet, le suc pancréatique du chien, qui ne renferme que de l'amylase et de la maltase ([1]) à l'exclusion des autres ferments des hydrates de carbone, exerce également une action très faible comparable à celle des macérations intestinales. Ce même suc est, par contre, totalement inactif sur l'acide lactobionique.

Le suc digestif d'*Helix pomatia* dédouble aussi la maltosazone avec mise en liberté de glucose et formation de glucosazone.

Ce dernier fait vient compléter les recherches de E. Fischer et Armstrong ([2]), qui avaient déjà vu que les ferments sécrétés par la levure de bière sont capables d'agir sur un autre dérivé du maltose, la maltosone.

Ces faits montrent l'influence que peuvent avoir la fonction ou la structure chimique sur les réactions hydrolysantes produites par la lactase ou la maltase et permettent d'établir des degrés dans la spécificité de ces diastases animales. La lactase et la maltase des Mollusques sont moins spécifiques et leur action n'est pas seulement limitée au lactose ou au maltose, elle s'étend à tout un groupe de composés définis.

ANTHROPOMÉTRIE. — *Sur l'inégalité de volume des glandes mammaires chez la femme. Conséquences physiologiques.* Note de MM. **G. Variot** et **P. Lassablière**, présentée par M. Dastre.

Il résulte d'une statistique portant sur 550 nourrices de la campagne, examinées à l'hôpital des Enfants-Assistés de Paris, que l'inégalité dans le volume des deux seins n'est pas une exception, comme on a pu le croire. Au contraire, l'asymétrie des glandes mammaires en lactation est plutôt la règle.

([1]) Bierry et Terroine, *Comptes rendus*, 1905; Bierry, 1908.

([2]) Em. Fischer et Armstrong, *Berichte d. d. chem. Gesell.*, t. XXXV, 1902, p. 3142.

Sur 550 nourrices examinées à ce point de vue, on a relevé 131 fois seulement l'égalité des deux seins et 419 fois une différence dans leur volume. La différence observée a été le plus souvent en faveur du sein gauche, soit 281 sur 550. Le sein droit l'a emporté 138 fois seulement, soit pour :

1° Prédominance du gauche	51 pour 100	
2° » du droit	25	»
3° Égalité	24	»

La différence de volume des seins apparaît généralement à première vue. Nous l'avons appréciée par des coefficients arbitraires allant de 1 (différence minima) à 5 (différence maxima). Ce mode de mensuration approximatif a été reconnu exact par l'évaluation rigoureuse de la surface cutanée du sein, effectuée chez 9 nourrices. On a pu ainsi distinguer, par l'addition des coefficients donnés pour le sein gauche et pour le sein droit, que non seulement il y a plus souvent excès de volume du sein gauche, mais que cet excès est plus marqué que celui du sein droit quand il existe. La moyenne des excès de volume donne un coefficient de 1,9 pour le sein gauche et de 1,4 pour le sein droit.

La différence de volume des seins a des conséquences immédiates sur la sécrétion lactée, en particulier sur la quantité et la composition du lait sécrété qui varient dans chaque sein.

Parfois la quantité de lait sécrétée dans deux seins qui n'offrent extérieurement qu'une faible différence de volume peut varier du simple au double. Mais, lorsque l'inégalité de volume est très prononcée, la glande, dans le sein le plus petit, semble atrophiée et peut ne fournir qu'une quantité de lait tout à fait minime relativement à l'autre sein, qui s'hypertrophie.

Sur 40 nourrices dont les glandes ont été épuisées complètement, la quantité de lait contenue dans chacun des deux seins variait suivant la différence de volume entre 40^{cm^3} et 335^{cm^3} de lait.

L'asymétrie des seins peut avoir comme conséquence des variations notables dans la composition du lait de chaque glande. Alors que la composition du lait du sein le plus développé reste, ou à peu près, normale, celle du sein le plus petit peut être plus ou moins modifiée.

Sur 17 nourrices dont l'analyse du lait a été faite séparément pour chaque sein, soit sur 34 analyses, on a constaté que la composition chimique différait peu lorsque l'inégalité de volume des glandes était peu marquée, mais que la proportion des principes fixes variait beaucoup chez la même femme lorsque le lait était sécrété par des seins inégalement développés.

C'est sur le beurre que les variations les plus considérables ont porté. Dans les cas où la différence de volume des deux seins était accentuée, la proportion du beurre dans

le sein le plus petit était plus ou moins augmentée (soit 52, 61, 93 et même 120 pour 1000 dans les cas extrêmes).

Les variations peuvent porter également sur la teneur en lactose, qui est faiblement abaissée (57, 56, 50 et même 4 dans un cas isolé), et sur la teneur en caséine, qui est augmentée (2,8, 4,5 pour 1000).

L'anormalité de la composition du lait explique très bien la répulsion des nourrissons à prendre le sein le plus petit. L'asymétrie en est accrue, une véritable atrophie peut en résulter et la nourrice est réduite à un seul sein pour l'allaitement.

La différence de volume des seins, chez les 550 nourrices examinées par nous, a paru en rapport avec l'activité sécrétoire indépendamment de toute autre lésion locale ou de voisinage. Nous n'avons pas relevé des lésions du sommet du poumon du côté correspondant; quelquefois seulement l'atrophie partielle du sein était la conséquence d'abcès ou de mamelon.

La prédominance habituelle du volume d'un sein, du gauche le plus souvent, était due manifestement à ce que les nourrices, pour raison de commodité ou d'habitude, le donnaient plus souvent au nourrisson. La sécrétion devenait plus faible dans l'autre sein parce que la succion y était moins fréquente et moins prolongée.

L'asymétrie des glandes mammaires est probablement transmissible par l'hérédité, car Mme Pellut Edwards nous a affirmé l'avoir constatée 40 fois sur 51 jeunes filles, avec prédominance du sein gauche 55 fois sur 100.

Pour remédier à l'inégalité des seins et à ses conséquences, on conseillera aux nourrices de donner d'abord le sein le moins volumineux.

On devra tenir compte de l'asymétrie des seins dans l'analyse du lait de femme. Il est nécessaire de prélever et d'analyser séparément le lait de chaque sein. Sinon on est exposé à considérer un lait comme anormal dans sa composition (trop riche en graisse par exemple), alors que c'est seulement celui d'un sein qu'on aura examiné et que la sécrétion sera normale du côté opposé.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Étude expérimentale de la transmissibilité de la tuberculose par les crachats desséchés.* Note de **M. G. Kuss**, transmise par M. Chauveau.

Le danger de contagion tuberculeuse par les crachats desséchés, affirmé par Villemin, puis par R. Koch, établi par Cornet, Straus, Nocard, admis

avec restrictions par Flügge, a été contesté et même nié par Petersson (d'Upsal) (1900), par Cadéac (1905 et 1907), par Calmette (1906 et 1907). Ces trois expérimentateurs ont fait respirer des cobayes dans des atmosphères contenant des quantités énormes de poussières tuberculeuses desséchées virulentes; ayant vu presque tous leurs animaux rester indemnes, ils ont conclu que, *quel que soit le mode de contamination, les sujets soumis à l'inhalation de poussières tuberculeuses desséchées ne deviennent qu'exceptionnellement tuberculeux*. M. Cadéac affirme de plus que « *la dessiccation et la perte de virulence marchent de concert*; on ne remplit pas une indication prophylactique capitale en recommandant de laver les parquets au lieu de les balayer ».

Les présentes recherches ont eu pour but de vérifier si ces résultats expérimentaux sont bien exacts.

Dispositif expérimental. — Comme matériel d'études, j'ai choisi des *crachats tuberculeux*, riches en bacilles et présentant une virulence notable et invariable. Ces crachats, étalés en couche mince sur des surfaces lisses (verre, zinc) ou sur des tissus épais (molleton, moquette) ont été abandonnés à la *dessiccation naturelle*, à une température de 15° à 20°, dans une pièce obscure ou très faiblement éclairée.

Au bout de 3 à 18 jours, les crachats desséchés étaient étudiés : 1° au point de vue de leur *virulence* (par inoculation sous-cutanée et par inhalation); 2° au point de vue de la facilité avec laquelle ils pourraient être convertis en *poussières fines*, par raclage ou par trituration au mortier, ou par brossage et balayage. Ces manipulations ont pu être exécutées sans danger, grâce à l'emploi de la soupape respiratoire de MM. Chauveau et Tissot, permettant de respirer de l'air extérieur non contaminé.

Les *expériences d'inhalation* ont été faites dans une caisse de tôle de 152^{l}, pourvue de vitres de mica; la paroi inférieure était recouverte d'un tapis de molleton bien tendu, qu'on pouvait brosser à l'aide de brosses mises en mouvement, de l'extérieur, par des tiges de fer. A 32^{cm} au-dessus du tapis, deux ouvertures laissaient pénétrer la tête de deux cobayes. Au même niveau, un tube d'aspiration pourvu d'un filtre aérien imperméable aux poussières permettait de puiser dans la caisse un volume déterminé de l'atmosphère poussiéreuse et de recueillir toutes les poussières en suspension dans cette masse gazeuse.

Les *poussières* ont été produites : 1° par trituration au mortier des crachats desséchés et projection à l'aide d'un pulvérisateur situé sur la même paroi de la caisse que les animaux, ceux-ci étaient donc soustraits au jet direct du pulvérisateur; 2° par brossage avec des brosses de fil d'acier; 3° par brossage avec des brosses de chiendent.

Chaque expérience comportait *une seule séance* d'inhalation, d'une *durée* de $\frac{1}{2}$, 1 ou 3 heures, le brossage ou la pulvérisation ayant lieu toutes les 15 ou 30 minutes, pendant 1 minute. La *quantité* de crachats frais étalés sur le tapis a varié de 20^{cm^3} à 150^{cm^3}; la quantité de crachats secs pulvérisés a été de 1^g à 2^g par séance.

Résultats des expériences. — La *virulence* des crachats desséchés à l'obscu-

rité était, au bout de 14 jours, conservée à peu près intégralement; au bout de 18 jours, elle était diminuée dans une faible mesure; le plus souvent, elle restait encore très grande à cette période.

La durée de dessiccation nécessaire pour que les crachats se réduisent facilement en *poussières* dépend de beaucoup d'éléments; la dessiccation une fois obtenue, la facilité de pulvérisation est entièrement subordonnée à l'état hygrométrique actuel. Quand l'air est sec, les crachats desséchés se pulvérisent avec une très grande facilité; j'ai obtenu dès le quatrième jour de dessiccation, soit par trituration, soit par brossage, des poussières très fines, très facilement mobilisables, et très virulentes.

Tous les cobayes, soumis à l'*inhalation de crachats pulvérisés* au mortier, après 6 jours de dessiccation, ont eu des tuberculoses rapidement mortelles, ce qui est en opposition formelle avec les résultats obtenus dans des expériences similaires par MM. Cadéac et Calmette avec des doses bacillaires beaucoup plus fortes.

Dans les expériences de *brossage de tapis* contaminés, faites avec des crachats desséchés depuis 4, 7, 10, 16 jours, j'ai eu également, d'une manière constante, des résultats positifs; pas un seul cobaye n'a échappé à l'infection, et ces infections ont été redoutables. Elles se sont produites aussi bien dans les expériences où j'ai utilisé les brosses en fils d'acier que dans celles où je me suis servi de brosses en chiendent.

Enfin, dans presque tous les cas, les cobayes *inoculés sous la peau*, avec les poussières recueillies après aspiration de 40^{l} à 120^{l} d'air, ont eu des tuberculoses à évolutions moins rapides que celles des animaux soumis parallèlement aux inhalations.

Les *atmosphères infectantes* étaient fortement poussiéreuses et présentaient, pendant les balayages ou pendant les pulvérisations, des remous et des tourbillons; néanmoins étant données l'extrême étroitesse des voies aériennes (nasales et laryngée) du cobaye et la très faible intensité du courant inspiratoire, il est bien probable que les tuberculoses d'inhalation que j'ai obtenues ont été produites par des poussières très fines, aptes à rester facilement en suspension dans l'air. En effet, dans des expériences avec des poussières inertes colorées, j'ai constaté que les poussières fines pénètrent facilement dans les alvéoles pulmonaires du cobaye, tandis que la pénétration de particules plus grosses est aléatoire et incomplète. Toutefois des expériences supplémentaires sont nécessaires pour élucider ce point particulier, et pour préciser le temps pendant lequel les poussières de balayage bacillifères restent en suspension dans une atmosphère immobile.

De ce premier groupe d'expériences découlent les conclusions suivantes :

Conclusions. — 1° Lorsque les conditions de dessiccation sont favorables, les crachats tuberculeux se dessèchent rapidement en quelques jours, et se réduisent avec une extrême facilité en poussières fines, en particulier par le balayage et le brossage.

2° Il est erroné de prétendre que les poussières très mobilisables de crachats tuberculeux sont toujours des poussières inertes; les crachats tuberculeux abandonnés à la dessiccation naturelle dans un endroit obscur ont encore une virulence considérable au moment où ils sont devenus suffisamment secs pour être facilement réduits en poussières fines.

3° Il est extrêmement facile de tuberculiser les animaux par voie d'inhalation avec des crachats desséchés, artificiellement pulvérisés; la tuberculisation se produit, dans ces conditions, aussi bien que par inhalation de poussières humides : toutefois, les lésions pulmonaires dues aux poussières sèches sont, d'ordinaire, moins confluentes que celles qu'on obtient avec un spray bacillifère.

4° Le simple balayage ou brossage de tapis contaminés par des crachats tuberculeux répand dans l'air, au cours du balayage, des poussières virulentes suffisamment fines et suffisamment légères pour être aspirées dans les voies respiratoires des cobayes. Les cobayes exposés à ces poussières de balayage se tuberculisent à coup sûr quand la dessiccation a duré 8, 10, 15 jours.

5° Les tuberculoses qui se produisent dans ces conditions sont des tuberculoses d'inhalation. Ces tuberculoses sont, toutes choses égales d'ailleurs, beaucoup plus graves que les tuberculoses obtenues par inoculation sous-cutanée d'une quantité équivalente des poussières virulentes.

ZOOLOGIE. — *Sur le rein des Poissons osseux.* Note de MM. **Louis Roule** et **L. Audigé**, présentée par M. Ed. Perrier.

On estime souvent, et cette opinion est acceptée par la plupart des auteurs, que l'organe excréteur des Poissons équivaut à un rein moyen (*mesonephros*, rein primitif). Pourtant, d'après des recherches faites à diverses époques, il paraît bien que cet organe entier n'a pas toujours une composition homogène, et qu'il porte parfois des vestiges plus ou moins nombreux du rein antérieur (*pronephros*, rein précurseur).

Cette structure complexe parvient à son comble chez les Téléostéens. Ces

animaux, contrairement aux autres Ichthyopsidés, montrent à tous égards, dans l'étendue de leur classe, des variations extrêmes quant à leur organisation et un réel polymorphisme anatomique. Leur appareil excréteur possède bien, dans un certain nombre de cas, des pièces appartenant au rein antérieur, mais il offre également, d'une manière assez fréquente, et dans sa zone postérieure, d'autres parties complémentaires, dont la valeur morphologique est des plus intéressantes, car elle les homologue à un rein postérieur (*metanephros*, rein définitif), semblable à celui des Vertébrés amniotes.

Les recherches effectuées par l'un de nous, et qui seront publiées sous peu, sont probantes à cet égard. Elles ont porté sur le rein entier en s'attachant à préciser la structure et les connexions de cette zone postérieure, que plusieurs auteurs ont déjà discernée et désignée par le terme de *rein caudal*, mais qu'ils n'ont point étudiée de façon complète.

Cette zone existe souvent, et chez des types variés. Nous citerons seulement les Anguillidés, les Salmonidés, les Pleuronectidés, et divers autres tels que *Cepola*, *Ophidium*. Ses dimensions diffèrent d'un groupe à l'autre, réduites ici, plus fortes ailleurs. Quoique fonctionnant, il ne se présente jamais seul; il accompagne le rein ordinaire (moyen), même dans le cas où celui-ci est précédé d'un rein antérieur. Ainsi, *Cepola rubescens* adulte possède un appareil excréteur formé de trois reins successifs et disposés en série.

Ce rein caudal a des caractères anatomiques qui lui sont propres. Ses vaisseaux sanguins efférents sont des artères, issues d'un tronc spécial, véritable artère rénale émise par l'aorte. Ses vaisseaux veineux efférents se rendent à la veine caudale ou à la cardinale postérieure droite, équivalents morphologiques d'une partie de la veine cave inférieure des Vertébrés amniotes. Il possède enfin un uretère spécial, fourni par un diverticule des conduits rénaux primitifs.

Ces particularités le distinguent nettement du rein moyen qu'il accompagne. En revanche, elles le rapprochent de façon formelle du rein définitif des Vertébrés supérieurs, au point d'en venir à considérer l'un et l'autre comme homologues. Le rein caudal de certains Téléostéens est un *metanephros* véritable, identique à celui des Vertébrés plus élevés. Seulement, ce dernier est seul; il accomplit à lui seul la fonction excrétrice. Le premier s'associe à un rein moyen, auquel il demeure subordonné quant à l'importance fonctionnelle.

De telles observations conduisent à modifier les conclusions généralement admises sur l'organe excréteur des Ichthyopsidés en particulier, et des Vertébrés en général. D'après la théorie la plus ancienne, cet organe comprendrait trois parties séparées, distinctes dans le temps et dans l'espace : un *pronephros*, un *mesonephros* et un *metanephros*. Selon une opinion plus récente, et de mieux en mieux écoutée, cet organe serait moins divisé et plus simple; il consisterait en un seul appareil, l'*holonephros*, qui se différen-

cierait en trois régions, distinctes dans l'espace en ce sens qu'elles n'existent point à la fois, mais continues dans le temps. Cette notion même n'est plus suffisante quant aux Téléostéens, où les trois parties se montrent ensemble et s'accompagnent parfois, témoignant ainsi d'une continuité parfaite dans le temps comme dans l'espace.

A en juger d'après ces êtres, on aurait le droit de présumer qu'il n'est, chez les Vertébrés, qu'un seul rein, un *mononephros* étendu dans le tronc, servant à l'épuration, et remaniant ses diverses régions suivant les exigences de l'irrigation sanguine à trois niveaux successifs. Lorsque le type morphologique général du corps entier s'établit, en chaque classe ou groupe de classes, suivant un modèle fixe, et c'est le cas le plus fréquent, alors une seule des régions rénales prend la prédominance, et finit même, chez l'adulte, par exister à l'exclusion des deux autres. Si par contre, et c'est le cas des Téléostéens, le type morphologique général subit des variations considérables dans l'étendue de la classe, alors les régions rénales se conservent plus ou moins, et parfois se présentent ensemble pour assumer à divers degrés la fonction qui leur est dévolue.

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE COMPARÉES. — *Recherches expérimentales sur les corps adipeux des Amphibiens.* Note de M. **R. Robinson**, présentée par M. Joannes Chatin.

J'ai établi, dans une Monographie récente, que les séro-appendices font leur apparition dès les premiers mois de la vie intra-utérine, et que la vascularisation abondante et la présence constante d'une quantité notable de graisse sont, entre autres, leurs caractères essentiels. J'ai défendu l'opinion de quelques auteurs anciens, corroborée par des recherches modernes, laquelle attribue un rôle prépondérant à l'action hydrodynamique des vaisseaux épiploïques et séro-appendiculaires. Aujourd'hui je me propose d'exposer brièvement le résultat de mes nouvelles recherches sur les corps adipeux et les séro-appendices.

Tous les auteurs, sans exception aucune, disent que l'accumulation de la graisse dans les saccules des séreuses est un phénomène tardif et qu'elle est en rapport avec l'état gras ou maigre de l'individu. J'ai montré, au contraire, que la graisse existait dans les séro-appendices dès leur apparition et que sa relation avec l'embonpoint général était à peu près négligeable. Ce

fait, bien mis au point, m'amène à chercher la signification de l'existence constante de la graisse dans les corps adipeux et les séro-appendices.

On sait que la constitution histologique des *Corpora adiposa* est celle des séreuses, avec cette différence qu'il existe dans les mailles de leur tissu connectif une quantité plus ou moins grande de graisse. Si l'on fait l'analyse chimique de cette dernière substance, on y trouve un grand nombre de matières grasses dont quelques-unes présentent les caractères de ces corps que l'on connaît aujourd'hui sous le nom de *lipoïdes*. J'ai examiné, à cet égard, les corps adipeux de la grenouille et des séro-appendices épiploïques de l'homme, et j'ai constaté quelques-unes des propriétés physico-chimiques des lipoïdes phosphorés (phosphatides). Je reviendrai ultérieurement sur cette question s'il y a lieu, mais on peut conclure dès maintenant que la graisse de ces petits organes, loin d'être un déchet de réactions organiques, est une matière éminemment active qu'il faudra étudier.

Nous avons fait avec M. Saunier l'expérience suivante pour fixer quelques points de la physiologie des corps adipeux. Nous avons ouvert la cavité abdominale de quelques grenouilles, découvert et étalé les prolongements en languette des corps graisseux, que nous avons soigneusement saupoudrés de la poudre de bronze ou de vermillon, dont l'éclat ou la couleur permettent de suivre leur déplacement. Au contact de ces particules métalliques, les petites languettes s'animent de mouvements fibrillaires, grâce auxquels la matière pulvérulente est repoussée de bas en haut d'une façon visible. Au bout de très peu de temps ($\frac{1}{2}$ heure-1 heure) les particules gagnent le pédicule du corps adipeux, puis elles montent vers la région diaphragmatique où elles arrivent en quelques heures. Vers la douzième heure la poudre colorante fait son apparition dans la cavité thoracique alors que l'animal est déjà mort.

Sans aucun doute la substance métallique est happée dans ces expériences par le corps adipeux, comme dans les expériences célèbres de Heger par le grand épiploon, et l'on se demande quels sont les organes de préhension ou de tact dans ces deux appendices similaires. Je crois personnellement à l'existence de ces organes, quoique les recherches entreprises à ce sujet aient été négatives jusqu'à présent.

Un autre fait à relever est le suivant : les poudres métalliques pénètrent en réalité dans les lymphatiques et progressent dans ces vaisseaux de bas en haut. On ne peut pas invoquer ici une effraction ou une inflammation, puisque la poudre de bronze et le vermillon sont des substances neutres. Il est donc probable que les expériences récentes de Weidenreich (de Strasbourg), constatées par d'autres anatomistes, sont exactes. Il est certain que l'échange osmotique se produit à travers les bougies introduites dans la cavité péritonéale entre le grand épiploon et ces bougies, et l'osmose a lieu non seulement pour les substances salines, mais aussi, quoique moins intensivement, pour les matières colloïdes.

Il appert de ces faits multiples que les corps adipeux et les épiploons dont l'analogie a été établie par Malpighi et Cuvier jouent un rôle de premier

ordre dans l'organisme par leur tissu graisseux et par leurs vaisseaux abondants. D'autres recherches établiront sans doute d'une façon plus exacte leur véritable fonction en Biologie.

ZOOLOGIE. — *La localisation du sens de discrimination alimentaire chez les Limnées.* Note de M. **Henri Piéron**, présentée par M. Dastre.

Les Limnées (*Limnea auricularis* et *L. stagnalis*) ont une alimentation très éclectique; dans leur polyphagie, on les voit se nourrir aussi bien avec les végétaux les plus divers qu'avec des matières animales, telles que des larves de toutes sortes, des œufs de Batraciens, etc.

Le mouvement de la radula, qui tend à attirer pour les absorber des particules alimentaires, s'effectue d'ailleurs de façon tout à fait aveugle, en l'absence même de toute excitation, par exemple lors de la reptation renversée de la Limnée à la surface de l'eau. Et, chez l'animal à jeun, ce mouvement est un réflexe qui peut être provoqué par des excitants quelconques, mécaniques ou chimiques. Enfin, en déposant sur la région buccale les substances les plus diverses, on constate une absence de discrimination alimentaire tout à fait complète ; la Limnée avale des grains de calcaire, de quartz, des débris de plâtre, des grains de poivre, de la poudre de sulfate de quinine, des grains de sel ou des débris de sucre, c'est-à-dire des corps inertes ou même, comme pour les derniers, nocifs pour la Limnée. En effet celle-ci, lorsqu'elle a absorbé du saccharose ou du chlorure de sodium, se rentre dans sa coquille et se laisse fréquemment couler au fond en vidant, de l'air qu'elle contient, sa chambre palléale; cette réaction violente se manifeste d'ailleurs au bout de quelques instants, lorsque le sel ou le sucre est déposé sur un point quelconque des téguments et que, par l'élévation de tension osmotique de l'eau qui se trouve au voisinage immédiat de la région touchée, il provoque une irritation des tissus et une action nocive buccale qui peut entraîner la mort de l'animal.

Cette absence de discrimination buccale contraste avec le fait que, tout en étant éclectique, la Limnée, dans des conditions normales, n'absorbe, en général, que des matériaux ayant pour elle une valeur nutritive, comme le montre l'observation et l'examen des fèces.

Mais, dans ces conditions normales, la Limnée paraît bien n'absorber de substances qu'après les avoir explorées, en quelque sorte, avec la partie antérieure de son pied. Lorsqu'elle rencontre des larves de Chironomes,

des feuilles, des grains de semoule qu'on a disposés sur sa route, on la voit, surtout pendant la reptation à la surface où l'observation est grandement facilitée, continuer son chemin jusqu'à ce que le bord antérieur du pied touche ces diverses substances et se replier alors sur elles ou parfois les agglomérer avec le mucus sécrété par ses glandes pédieuses et se retourner de 180° pour, dans les deux cas, se mettre à les absorber. Lorsque les matériaux rencontrés sont inertes ou nocifs, elle continue son chemin en les laissant glisser, ou les évite en soulevant son pied lorsqu'elle est sur un corps solide, ou en se redressant et en se renfonçant dans l'eau lorsqu'elle rampe à la surface.

En déposant sur le pied de la Limnée en reptation des corps divers sur les différentes régions, on constate que seule la région tout à fait antérieure du pied possède ce pouvoir de discrimination qu'on est tenté d'appeler *gustative*.

Or c'est également cette région qui possède la sensibilité chimique la plus fine pour les excitations à distance de corps émettant des effluves odorants, sensibilité qui ne paraît jamais se manifester dans l'eau, mais seulement dans l'air humide où vit très bien la Limnée, alors même qu'on ne peut incriminer des vapeurs corrosives ou délétères (avec des essences d'anis, d'ail, de menthe; des poudres de benjoin, de camphre, etc.).

Mais cette sensibilité olfactive paraît répandue sur une plus grande surface que la sensibilité de discrimination alimentaire; elle se manifeste un peu sur les bords du pied jusque dans la partie postérieure, plus nettement dans toute la région céphalique, et avec une grande évidence dans la région de l'osphradium où les odeurs empêchent l'ouverture du pneumostome et, s'il est ouvert, provoquent sa fermeture, lorsque la Limnée est à sec.

Il semble donc que ces deux ordres de sensibilité chimique, même en l'absence d'appareils spécialisés, comme ce paraît être jusqu'ici le cas pour les Limnées en dehors de l'osphradium, ne puissent être entièrement confondus, malgré cette coïncidence que la région physiologiquement spécialisée pour la discrimination alimentaire est en même temps particulièrement sensible à l'action des odeurs.

GÉOLOGIE. — *Sur la classification des terrains tertiaires de la région de Guelma (Algérie).* Note de M. **J. Dareste de la Chavanne.**

Éocène. — Surmontant les calcaires du Sénonien supérieur à *Inoceramus Cripsii*, *Inoceramus regularis* et *Echinocorys*, et une assise, peut-être en

partie danienne, de marnes et marno-calcaires gris bleu, l'Éocène débute par une formation d'argiles noires, paraissant être en continuité de sédimentation avec le Crétacé.

Ces argiles, d'épaisseur variable, sont feuilletées vers le haut, où elles s'intercalent de bancs calcaires durs et de bancs marno-calcaires gris bleu plus tendres. Au-dessus, vient une zone de calcaires et marno-calcaires noirâtres, légèrement phosphatés et à odeur bitumineuse, avec lits de silex noirs. Ces différentes assises, avec une partie des calcaires à silex qui les surmontent, représentent vraisemblablement le Landénien.

La partie supérieure des calcaires à silex contient des bancs de calcaires gris noirâtre à *Operculina* cf. *ammonea*, associées au couple *Nummulites planulatus-elegans*. Ces calcaires, dont certains bancs sont pétris de Polypiers et de Cardites, renferment, vers le haut, trois ou quatre bancs plus tendres gréso-sableux phosphatés avec une faune à l'état de moules internes : *Cardita*, *Crassatella*, *Pectunculus*, *Pirula*, *Chenopus*, *Rostellaria*, *Fusus*, *Xenophora*, *Terebratulina*, *Ostrea multicostata*, *Aturia zig-zag*, Polypiers et dents de Squales. La faune de Nummulites permet d'attribuer ce niveau à l'étage yprésien.

A peu de distance vers le Sud, c'est-à-dire en se rapprochant du centre du géosynclinal, ces calcaires noirs, vaseux, siliceux, en bancs bien lités, changent de facies. Ils deviennent plus clairs, plus compacts et en bancs plus épais. Les Operculines sont remplacées exclusivement par des Nummulites. Ici les argiles noires inférieures sont surmontées de calcaires grisâtres phosphatifères très pauvres, avec intercalations marneuses. Puis vient une assise de calcaires en bancs plus épais, gris noirâtre, renfermant uniquement le couple *Nummulites planulatus-elegans*, associé à une faune nouvelle (*Dentalium*, *Serpula*, *Lucina*, *Cardita*, *Fusus*, *Natica*, *Solarium* et plusieurs espèces de Cérithidées et de Pleurotomidées). Enfin la masse se termine par des calcaires gris clair, grossiers, subcristallins, caractérisés par une deuxième faune de Nummulites : *Nummulites irregularis* et *Nummulites Rollandi*.

Le niveau à *N. planulatus* correspondant à l'Yprésien, il suit que le niveau supérieur à *N. irregularis* devra être rapporté au Lutétien inférieur.

Au-dessus des calcaires à *N. planulatus* et à Operculines, et en concordance de stratification avec ceux-ci, vient une formation très puissante de marnes brunes, un peu feuilletées, avec intercalation de lumachelles à *Ostrea stricti-plicata*, de cordons de gâteaux de calcaires siliceux et de bancs de calcaires gréseux jaunâtres. Cette formation, superposée partout aux calcaires à Nummulites (Yprésien et Lutétien inférieur), doit représenter la plus grande partie du Lutétien, et peut-être même aussi le Bartonien.

Cet Éocène, affecté de plissements intenses, se présente même refoulé en écailles, par suite de poussées tangentielles venues du Nord.

En discordance très accentuée sur ces dernières assises, repose le flysch, formation argilo-gréseuse à la base et gréseuse au sommet (Medjanien au Sud, Medjanien et Numidien au Nord). Ce flysch, généralement sous forme de synclinaux, recouvre indistinctement tous les terrains antérieurs (Permien, Trias, Lias, Crétacé, Éocène inférieur et moyen), sur lesquels il s'est déposé, après la production de mouvements tectoniques très intenses, postérieurs à l'Éocène moyen, il pourrait représenter l'Éocène supérieur, et peut-être même une bonne partie de l'Oligocène.

Miocène. — La série miocène est complète dans la région de Guelma. On y observe du Burdigalien marin (Cartennien de Pomel), pincé dans des synclinaux éocènes ou crétacés, et localisé au sud de Guelma, soit en se rapprochant du centre du géosynclinal. Cet étage est représenté, à la base, par des grès grisâtres assez grossiers à *Pecten convexior*, intercalés de lits de poudingues contenant parfois des galets roulés de calcaires à Nummulites. Ces grès sont surmontés d'une assise de marnes jaunes.

Vers le Nord, le facies change un peu. Ces grès deviennent glauconieux, verdâtres et renferment du lignite. Ils sont intercalés de bancs jaune roux et de lits de poudingues à petits éléments. Ils sont caractérisés par d'abondants *Pecten convexior* et sont surmontés par des marnes bleues et gris verdâtre à Ptéropodes et à dents de Poisson. Cette dernière assise représente, à mon avis, le Burdigalien supérieur.

Le Miocène moyen est en transgression très accentuée sur le Burdigalien vers le Nord, c'est-à-dire dans la direction du massif ancien, où il repose directement sur l'Éocène et le Crétacé. Il débute par une formation de mollasse jaune sableuse avec intercalation, vers la base, de grès à *Helix*. Cette assise passe, vers le haut, à des argiles gypseuses, intercalées en certains points de plaquettes gréseuses friables et gréso-calcaires. Cet ensemble représente l'Helvétien et le Tortonien, c'est-à-dire le Vindobonien.

Quant au Miocène supérieur (Sahélien), il devient nettement lagunaire avec le Sarmatien. Cet étage, encore transgressif vers le Nord sur le Miocène moyen, se compose de marnes gypseuses, parfois même sulfogypseuses à squelettes de Poissons (*Palæochromis*) et à empreintes de végétaux, avec intercalation vers le haut de marnes blanches à Bythinies, Limnées, Planorbes, Ancyles.

Enfin le Pontique est représenté par une formation de couches rouges marno-gréseuses à allure continentale de plus en plus accentuée, et se terminant ordinairement par des poudingues rouges.

Pliocène. — Comme témoin des dépôts pliocènes dans la vallée de la Seybouse on trouve une formation alluvionnaire, donnant lieu à une terrasse dominant de 170m environ la vallée actuelle. Ces dépôts correspondent sans doute à la période de maximum de remblaiement des vallées, qui accompagne le début du Pliocène supérieur.

Ravinant cette formation, on peut distinguer une terrasse de 90m environ et paraissant se rattacher à une nappe de travertins calcaires, que l'altitude et la faune (*Helix subsemperi* Thomas, *Helix* du groupe *Pomatia*, *Hipparion* sp. et empreintes de feuilles) permettent de rapporter à la fin du Pliocène supérieur.

Pléistocène. — Enfin le Pléistocène est représenté par trois terrasses emboîtées et correspondant à la vallée actuelle. La plus ancienne domine le lit de la Seybouse de 60m, la seconde de 30m à 35m, et la troisième de 15m [1].

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tremblement de terre calabrais du 23 octobre* 1907. Note de M. G. **Mercalli**, présentée par M. A. Lacroix.

Deux années après le grand tremblement de terre calabrais du 8 septembre 1905, une très violente secousse a frappé la même région, le 23 octobre 1907. Je ne pense pas que ce nouveau séisme soit une réplique du précédent, car son aire mésoséismique se trouve à 50km de l'aire de grande destruction de 1905. Mais il me semble probable que le phénomène d'il y a deux ans et ses nombreuses répliques ont été la cause occasionnelle du réveil de l'activité d'un centre séismique, situé sur le versant ionique de l'Aspromonte, centre dont j'ai établi antérieurement l'existence [2].

Le tremblement de terre qui nous occupe a été précédé d'un calme séismique de près de trois mois. Tandis qu'en effet, du 8 septembre 1905 au 31 juillet 1907, 324 secousses ont été ressenties dans la Calabre et dans le Messinese, 6 seulement ont été constatées entre le 1er août et le 22 octobre 1907.

---

(1) Cette Note a été rédigée à la suite de mes explorations pour le Service de la Carte géologique d'Algérie.

(2) *I terremoti della Calabria e del Messinese*, 1897, p. 145.

Le 23 octobre, les secousses préliminaires, bien localisées, ont été au nombre de 5; elles ont été légères, à l'exception de la dernière ($9^h 29^m$ soir), qui a été assez forte pour effrayer les habitants de Bianco et Brancaleone. La secousse dévastatrice s'est produite à $9^h 32^m$. Sa durée a été de 10 à 12 secondes, c'est-à-dire environ quatre fois moindre que celle du 8 septembre 1905. Le mouvement a été continu et d'intensité assez uniforme. Le grondement précurseur a été si peu sensible que beaucoup de personnes affirment ne l'avoir pas entendu.

En avril dernier, j'ai fait sur place les observations suivantes :

Le tremblement de terre a eu une aire épicentrale bien définie et restreinte (quelques kilomètres carrés); elle comprend le pays de Ferruzzano où beaucoup de maisons ont été détruites et où 158 personnes, sur 1967 habitants, ont péri. La situation du bourg, placé en haut et sur les flancs d'une hauteur isolée, ainsi que la nature ébouleuse du sol ont aidé au désastre. A Bruzzano Zeffirio (situé à 2^{km} plus loin), qui ne se trouve pas dans de meilleures conditions, aucune maison ne s'est écroulée et il n'y a pas eu de victimes. Quant à celles faites çà et là, leur infortune a été souvent due moins à la violence du séisme qu'à leur défaut de prévoyance ou à des circonstances malheureuses ([1]).

Il faut être très prudent dans les déductions à tirer des dommages éprouvés par les maisons pour la détermination de l'intensité des secousses, car les constructions avaient été fort endommagées par les tremblements de terre du 16 novembre 1894 et du 8 septembre 1905, et aucune d'elles n'avait été depuis lors sérieusement réparée.

L'aire de moindre dommage s'étend assez régulièrement à environ 20^{km} au nord et à l'ouest de Ferruzzano, qui doit être considéré comme situé au centre de la région secouée. Cette opinion est confirmée par cette observation qu'au voisinage de Bianconovo la mer, qui était dans un calme parfait au moment de la secousse, s'est avancée sur le rivage sur environ 30^m, puis s'est retirée dans ses limites ordinaires: ce petit raz de marée a été ressenti sur environ 10^{km} entre le cap Bruzzano et le fleuve Carreri.

Les isoséistes commencent à devenir très dissymétriques par rapport à l'épicentre dans la région où a été constaté le degré V-VI de mon échelle

---

([1]) A S. Ilario del Jonio, par exemple, une petite habitation basse, formée d'un rez-de-chaussée, a été écrasée sous les déblais d'une haute maison voisine très délabrée; cinq personnes y ont été tuées et trois ont été blessées; les constructions similaires du voisinage ont été seulement lézardées et aucun accident de personnes ne s'y est produit.

séismique; la dissymétrie s'accentue quand on passe au degré inférieur. Ainsi, tandis que l'aire de grand dommage est limitée au versant ionique de l'Aspromonte, les ondes d'intensité médiocre ou légère se sont propagées plus facilement sur le versant tyrrhénien de l'Apennin. Pour expliquer cette anomalie apparente, on peut supposer que l'aire de grande destruction a reçu le mouvement principal directement de l'hypocentre, tandis que les aires extérieures ont été surtout affectées par des ondes superficielles provenant de l'épicentre et ayant traversé des terrains moins hétérogènes sur le versant tyrrhénien que sur l'ionique (voir la Carte géologique de Cortese). Cette supposition est confirmée par ce fait que la composante verticale a décrû très rapidement à partir de l'arrondissement de Gerace et qu'elle est devenue presque nulle dans la province de Cosenza; on peut conclure aussi de ce fait que le centre de la secousse n'a pas été très profond.

L'aire de la secousse préparatoire de $9^h 29^m$ est la même que celle du tremblement de terre désastreux, mais son hypocentre a dû être plus profond, car son intensité décroît moins rapidement à partir de l'aire centrale et la composante verticale se maintient avec une valeur appréciable à une plus grande distance de celle-ci.

Le mouvement séismique s'est propagé plus loin au Nord dans la péninsule qu'à l'ouest vers la Sicile, où une onde a cependant été constatée à l'ouest de l'Etna.

Les causes de l'inégale distribution des dommages ne diffèrent guère de celles que j'ai exposées à l'occasion du tremblement de terre de 1905, mais il me faut insister sur ce que, dans l'arrondissement de Gerace, le rôle important, joué dans la constitution du sol par les argiles écailleuses bariolées de l'Éocène supérieur, a eu une action nuisible évidente.

Les crevasses du sol n'ont été que superficielles et peu importantes; elles ont été accompagnées de l'élargissement de crevasses préexistantes.

Bien que la grande hétérogénéité lithologique de la Calabre et que sa complexité tectonique aient dû dévier par réfraction et réflexion les mouvements séismiques, j'ai essayé de tracer sur une Carte géographique les azimuts séismiques les plus sûrs; ils indiquent assez bien la position de l'aire épicentrale, telle qu'elle paraît clairement déterminée par la distribution de l'intensité des effets produits.

Les répliques n'ont pas été très nombreuses et ont décrû régulièrement à partir de l'aire mésoséismique.

Ces conclusions, que je me propose de développer ultérieurement dans un Mémoire détaillé, montrent que l'affirmation de M. Hobbs sur les trem-

blements de terre calabrais, à savoir « qu'il est impossible de constater aucune relation entre l'intensité locale des secousses et la distance de l'épicentre », doit être considérée comme étant pour le moins trop générale.

M. A. Goupil adresse une Note *Sur le planement des oiseaux*.

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. Firmin Larroque adresse six Notes relatives à différentes questions de Physique et d'Astronomie.

A 3 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 AOUT 1908.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome CXLV des *Comptes rendus* (2e semestre 1907) est en distribution au Secrétariat.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur un problème relatif à la théorie des systèmes orthogonaux et à la méthode du trièdre mobile.* Note de M. **Gaston Darboux.**

1. Les méthodes d'étude et de recherche des systèmes formés de trois familles de surfaces orthogonales reposent sur la considération d'un trièdre trirectangle (T) formé par les normales aux surfaces des trois familles qui passent en un point quelconque de l'espace. Si, conformément aux notations de Lamé, on désigne par ρ, ρ_1, ρ_2 les paramètres des trois familles qui forment le système triple, les composantes, relatives aux axes du trièdre (T), des translations et des rotations infiniment petites que prend ce trièdre quand on fait varier successivement ρ, ρ_1, ρ_2, seront, comme on sait, données par les formules

$$(1)\qquad \left\{\begin{array}{lll} \xi = H, & \eta = 0, & \zeta = 0, \\ \xi_1 = 0, & \eta_1 = H_1, & \zeta_1 = 0, \\ \xi_2 = 0, & \eta_2 = 0, & \zeta_2 = H_2, \end{array}\right.$$

$$(2)\qquad \left\{\begin{array}{lll} p = 0, & q = \beta_{20}, & r = -\beta_{10}, \\ p_1 = -\beta_{21}, & q_1 = 0, & r_1 = \beta_{01}, \\ p_2 = \beta_{12}, & q_2 = -\beta_{02}, & r_2 = 0, \end{array}\right.$$

où ξ_i, η_i, ζ_i désignent les composantes de la translation et p_i, q_i, r_i celles de la rotation quand varie seul le paramètre ρ_i. Les quantités H, H_1, H_2 sont celles qui ont été employées par Lamé; de sorte que l'élément linéaire de l'espace est donné par la formule

$$ds^2 = H^2\, d\rho^2 + H_1^2\, d\rho_1^2 + H_2^2\, d\rho_2^2. \tag{3}$$

Quant aux quantités β_{ik}, elles sont reliées aux H_i par les relations

$$\beta_{ik} = \frac{1}{H_i}\frac{\partial H_k}{\partial \rho_i} \qquad (i \neq k) \tag{4}$$

qui jouent un rôle fondamental.

Pour déterminer entièrement le système orthogonal, il faut connaître, non seulement H, H_1, H_2, mais encore les expressions, en fonction de ρ, ρ_1, ρ_2, des coordonnées x, y, z d'un point quelconque de l'espace relatives à trois axes fixes formant un trièdre trirectangle (T_0). Ces expressions des coordonnées x, y, z donnent lieu à un grand nombre de relations fondamentales.

On a d'abord les formules

$$\frac{\partial x}{\partial \rho_i} = H_i X_i, \qquad \frac{\partial y}{\partial \rho_i} = H_i Y_i, \qquad \frac{\partial z}{\partial \rho_i} = H_i Z_i, \tag{5}$$

X_i, Y_i, Z_i étant les cosinus directeurs des angles que fait avec les axes fixes la normale à la surface du paramètre ρ_i. On obtient ainsi un système de 9 cosinus

$$\begin{matrix} X, & Y, & Z, \\ X_1, & Y_1, & Z_1, \\ X_2, & Y_2, & Z_2 \end{matrix}$$

liés par des relations bien connues que nous ne rappellerons pas. On peut même supposer que les sens des normales aient été choisis de telle manière que les trièdres (T) et (T_0) aient le même sens, c'est-à-dire soient superposables.

Les cosinus X_i se rattachent directement aux β_{ik} par les formules

$$\left\{\begin{aligned} &\frac{\partial X}{\partial \rho} = -\beta_{10} X_1 - \beta_{20} X_2, && \frac{\partial X}{\partial \rho_1} = \beta_{01} X_1, && \frac{\partial X}{\partial \rho_2} = \beta_{02} X_2, \\ &\frac{\partial X_1}{\partial \rho} = \beta_{10} X, && \frac{\partial X_1}{\partial \rho_2} = -\beta_{01} X - \beta_{21} X_2, && \frac{\partial X_1}{\partial \rho_2} = \beta_{12} X_2, \\ &\frac{\partial X_2}{\partial \rho} = \beta_{20} X_2, && \frac{\partial X_2}{\partial \rho_1} = \beta_{21} X_1, && \frac{\partial X_2}{\partial \rho_2} = -\beta_{02} X - \beta_{12} X_1, \end{aligned}\right. \tag{6}$$

auxquelles il faut joindre celles qu'on obtiendrait en remplaçant X, X_1, X_2 successivement par Y, Y_1, Y_2 et par Z, Z_1, Z_2. Si l'on adoptait les notations de Lamé, en désignant par la lettre u un quelconque des axes fixes et par U, U_1, U_2 les cosinus directeurs des angles que font avec cet axe les normales aux surfaces coordonnées, toutes les formules précédentes se résumeraient dans les deux suivantes :

$$(6')\qquad \begin{cases} \dfrac{\partial U_i}{\partial \rho_k} = \beta_{ik} U_k & (i \neq k), \\ \dfrac{\partial U_i}{\partial \rho_i} = -\beta_{ki} U_k - \beta_{li} U_l & (i \neq k \neq l). \end{cases}$$

En exprimant les conditions d'intégrabilité relatives à ce système de formules, on est conduit aux deux groupes de relations

$$(7)\qquad \begin{cases} \dfrac{\partial \beta_{12}}{\partial \rho} = \beta_{10}\beta_{02}, & \dfrac{\partial \beta_{20}}{\partial \rho_1} = \beta_{21}\beta_{10}, & \dfrac{\partial \beta_{01}}{\partial \rho_2} = \beta_{02}\beta_{21}, \\ \dfrac{\partial \beta_{21}}{\partial \rho} = \beta_{20}\beta_{01}, & \dfrac{\partial \beta_{02}}{\partial \rho_1} = \beta_{01}\beta_{12}, & \dfrac{\partial \beta_{10}}{\partial \rho_2} = \beta_{12}\beta_{20}, \end{cases}$$

$$(8)\qquad \begin{cases} \dfrac{\partial \beta_{01}}{\partial \rho} + \dfrac{\partial \beta_{10}}{\partial \rho_1} + \beta_{20}\beta_{21} = 0, \\ \dfrac{\partial \beta_{12}}{\partial \rho_1} + \dfrac{\partial \beta_{21}}{\partial \rho_2} + \beta_{01}\beta_{02} = 0, \\ \dfrac{\partial \beta_{20}}{\partial \rho_2} + \dfrac{\partial \beta_{02}}{\partial \rho} + \beta_{10}\beta_{12} = 0, \end{cases}$$

qui expriment toutes les conditions, à la fois nécessaires et suffisantes, auxquelles doivent satisfaire les rotations β_{ik}.

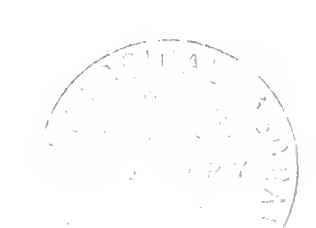
Pour compléter cet exposé, il est bon de remarquer que, si l'on introduit les distances P, P_1, P_2 de l'origine aux plans tangents des trois surfaces coordonnées, c'est-à-dire aux faces du trièdre (T), ces distances, définies par les équations

$$(9)\qquad P_i = X_i x + Y_i y + Z_i z,$$

satisfont aux relations

$$(10)\qquad \frac{\partial P_i}{\partial \rho_k} = P_k \beta_{ik}.$$

Remarquons que P, P_1, P_2 sont les coordonnées de l'origine des axes fixes par rapport au trièdre obtenu en prolongeant les arêtes du trièdre (T), c'est-à-dire par rapport au trièdre symétrique de (T). Il faudrait changer de



signe ces quantités si l'on voulait avoir les coordonnées de l'origine par rapport au trièdre (T).

2. La méthode cinématique que nous venons de rappeler et qu'on trouvera exposée dans nos *Leçons sur les systèmes orthogonaux et les coordonnées curvilignes* (Livre II, Chap. II) nous conduit naturellement à nous poser la question suivante :

Le système triple orthogonal définit un mouvement, à trois variables indépendantes, du trièdre (T) par rapport au trièdre des axes fixes, que nous avons désigné par (T_0). Dans quel cas le mouvement inverse, c'est-à-dire celui du trièdre (T_0) par rapport au trièdre (T), engendre-t-il à son tour un système orthogonal? Nous dirons dans ce cas que le système proposé est *réversible*.

Voici la marche qui nous a paru la plus simple pour résoudre cette intéressante question.

Si nous nous reportons au Tableau (2) qui donne les rotations du trièdre (T), nous voyons qu'il est caractérisé par ce fait que les rotations p, q_1, r_2 y sont nulles toutes les trois. Il faudra donc écrire que, dans le mouvement inverse du trièdre (T_0) par rapport au trièdre (T), les composantes de même nom sont nulles.

Or ces composantes s'obtiennent sans difficulté. On les obtient en projetant sur les axes de (T_0) les rotations, changées de signes, de (T). Elles ont les valeurs suivantes :

$$(11)\quad \begin{cases} P\ = -X_1\beta_{20} + X_2\beta_{10}, & Q\ = -Y_1\beta_{20} + Y_2\beta_{10}, & R\ = -Z_1\beta_{20} + Z_2\beta_{10}, \\ P_1 = X\beta_{21} - X_2\beta_{01}, & Q_1 = Y\beta_{21} - Y_2\beta_{01}, & R_1 = Z\beta_{21} - Z_2\beta_{01}, \\ P_2 = -X\beta_{12} + X_1\beta_{02}, & Q_2 = -Y\beta_{12} + Y_1\beta_{02}, & R_2 = -Z\beta_{12} + Z_1\beta_{02}. \end{cases}$$

En exprimant que P, Q_1, R_2 sont nulles, on aura les trois équations

$$X_1\beta_{20} = X_2\beta_{10}, \qquad Y_2\beta_{01} = Y\beta_{21}, \qquad Z\beta_{21} = Z_2\beta_{01},$$

que nous allons étudier.

La première, par exemple, peut être remplacée par les deux suivantes,

$$X_1 = \lambda\beta_{10}, \qquad X_2 = \lambda\beta_{20},$$

où λ est une inconnue auxiliaire. En substituant ces valeurs dans les équations

$$\frac{\partial X_1}{\partial \rho_2} = \beta_{12}X_2, \qquad \frac{\partial X_2}{\partial \rho_1} = \beta_{21}X_1$$

et tenant compte des équations (7), il viendra

$$\beta_{10} \frac{\partial \log \lambda}{\partial \rho_2} = 0, \qquad \beta_{20} \frac{\partial \log \lambda}{\partial \rho_1} = 0.$$

Nous écarterons *une fois pour toutes* les hypothèses où l'une des quantités β_{ik} serait nulle : elles ne conduisent, on le sait, qu'à des systèmes triples bien étudiés et dont une famille serait formée de plans ou de surfaces parallèles. Les équations précédentes nous donnent alors

$$\lambda = f(\rho);$$

je dis même qu'on peut prendre

$$\lambda = 1.$$

En effet, écrivons l'expression de X_1 :

$$X_1 = f(\rho)\beta_{10}$$

ou

$$X_1\, d\rho = f(\rho)\beta_{10}\, d\rho.$$

Lorsqu'on remplace ρ par une fonction de ρ, on ne change pas le système triple. D'autre part, X_1 et $\beta_{10}\, d\rho$ demeurent invariants. Il suffira de remplacer ρ par $\int \frac{d\rho}{f(\rho)} = \rho'$ pour réduire la fonction f à l'unité.

On pourra donc poser

$$X_1 = \beta_{10}, \qquad X_2 = \beta_{20},$$

ce qui, par des permutations, donne le système

$$(12) \qquad \begin{cases} X_1 = \beta_{10}, & Y_2 = \beta_{21}, & Z = \beta_{02}, \\ X_2 = \beta_{20}, & Y = \beta_{01}, & Z_1 = \beta_{12}. \end{cases}$$

Portant ces valeurs des β_{ik} dans les formules (11) et tenant compte des relations entre les 9 cosinus, on trouvera

$$(13) \qquad \begin{cases} P = 0, & Q = \beta_{02}, & R = -\beta_{01}, \\ P_1 = -\beta_{12}, & Q_1 = 0, & R_1 = \beta_{10}, \\ P_2 = \beta_{21}, & Q_2 = -\beta_{20}, & R_2 = 0, \end{cases}$$

c'est-à-dire que, si l'on adopte, pour le mouvement du trièdre (T_0), les mêmes notations que pour celui du trièdre (T), en accentuant seulement toutes les lettres, on aura

$$(14) \qquad \beta'_{ik} = \beta_{ki}.$$

Si l'on remplace ensuite les valeurs des β_{ik} dans les formules qui donnent les dérivées des 9 cosinus, on aura, toujours en tenant compte des relations entre les cosinus, le système suivant,

$$
(15)\quad
\begin{cases}
\dfrac{\partial X}{\partial \rho} = X^2 - 1, & \dfrac{\partial X}{\partial \rho_1} = YX_1, & \dfrac{\partial X}{\partial \rho_2} = X_2 Z,\\[2mm]
\dfrac{\partial X_1}{\partial \rho} = XX_1, & \dfrac{\partial X_1}{\partial \rho_1} = X_1 Y_1, & \dfrac{\partial X_1}{\partial \rho_2} = X_2 Z_1,\\[2mm]
\dfrac{\partial X_2}{\partial \rho} = XX_2, & \dfrac{\partial X_2}{\partial \rho_1} = X_1 Y_2, & \dfrac{\partial X_2}{\partial \rho_2} = X_2 Z_2,\\[2mm]
\dfrac{\partial Y}{\partial \rho} = XY, & \dfrac{\partial Y}{\partial \rho_1} = YY_1, & \dfrac{\partial Y}{\partial \rho_2} = ZY_2,\\[2mm]
\dfrac{\partial Y_1}{\partial \rho} = X_1 Y, & \dfrac{\partial Y_1}{\partial \rho_1} = Y_1^2 - 1, & \dfrac{\partial Y_1}{\partial \rho_2} = Z_1 Y_2,\\[2mm]
\dfrac{\partial Y_2}{\partial \rho} = X_2 Y, & \dfrac{\partial Y_2}{\partial \rho_1} = Y_1 Y_2, & \dfrac{\partial Y_2}{\partial \rho_2} = Z_2 Y_2,\\[2mm]
\dfrac{\partial Z}{\partial \rho} = XZ, & \dfrac{\partial Z}{\partial \rho_1} = Z_1 Y, & \dfrac{\partial Z}{\partial \rho_2} = ZZ_2,\\[2mm]
\dfrac{\partial Z_1}{\partial \rho} = X_1 Z, & \dfrac{\partial Z_1}{\partial \rho_1} = Z_1 Y_1, & \dfrac{\partial Z_1}{\partial \rho_2} = Z_1 Z_2,\\[2mm]
\dfrac{\partial Z_2}{\partial \rho} = X_2 Z, & \dfrac{\partial Z_2}{\partial \rho_1} = Z_1 Y_2, & \dfrac{\partial Z_2}{\partial \rho_2} = Z_2^2 - 1,
\end{cases}
$$

qu'il y a lieu d'intégrer.

Ces équations montrent d'abord qu'on a

$$\frac{\partial X}{\partial \rho_1} = \frac{\partial Y_1}{\partial \rho}, \qquad \frac{\partial Y_1}{\partial \rho_2} = \frac{\partial Z_2}{\partial \rho_1}, \qquad \frac{\partial Z_2}{\partial \rho} = \frac{\partial X}{\partial \rho_2},$$

et, par conséquent, on peut considérer X, Y_1, Z_2 comme les dérivées d'une même fonction que, pour la commodité des calculs, nous désignerons par $-\log W$. On posera donc

$$X = -\frac{1}{W}\frac{\partial W}{\partial \rho}, \qquad Y_1 = -\frac{1}{W}\frac{\partial W}{\partial \rho_1}, \qquad Z_2 = -\frac{1}{W}\frac{\partial W}{\partial \rho_2}.$$

Substituant ces expressions dans les formules qui donnent $\frac{\partial X}{\partial \rho}$, $\frac{\partial Y_1}{\partial \rho_1}$, $\frac{\partial Z_2}{\partial \rho_2}$, on aura d'abord

$$(16)\qquad \frac{\partial^2 W}{\partial \rho^2} = \frac{\partial^2 W}{\partial \rho_1^2} = \frac{\partial^2 W}{\partial \rho_2^2} = W.$$

D'autre part, les équations

$$\frac{\partial X_1}{\partial \rho} = XX_1, \qquad \frac{\partial X_1}{\partial \rho_1} = X_1 Y_1$$

nous donnent

$$X_1 W = a_2,$$

a_2 désignant une fonction de la seule variable ρ_2. On aura de même les autres cosinus; de sorte qu'on pourra constituer le Tableau suivant,

$$(17)\quad \begin{cases} X = -\dfrac{1}{W}\dfrac{\partial W}{\partial \rho}, & X_1 = \dfrac{a_2}{W}, & X_2 = \dfrac{b_1}{W}, \\ Y = \dfrac{b_2}{W}, & Y_1 = -\dfrac{1}{W}\dfrac{\partial W}{\partial \rho_1}, & Y_2 = \dfrac{a}{W}, \\ Z = \dfrac{a_1}{W}, & Z_1 = \dfrac{b}{W}, & Z_2 = -\dfrac{1}{W}\dfrac{\partial W}{\partial \rho_2}, \end{cases}$$

a_i, b_i ne dépendant que de ρ_i. Mais ce Tableau lui-même n'est pas définitif et peut être simplifié.

MÉCANIQUE. — *Contribution à l'étude dynamique des moteurs.* Note de M. A. WITZ.

Si l'on supprime instantanément la puissance motrice d'une machine tournant à sa vitesse de régime, elle continue à se mouvoir, en épuisant l'énergie accumulée dans son volant et dans ses organes en mouvement, et elle effectue un certain nombre de révolutions, dans un temps déterminé, avec une vitesse angulaire décroissante, dont les variations obéissent à une loi qui dépend de la constitution du mécanisme et caractérise sa valeur et son état. L'observation du fait fournit d'importantes données relatives à la dynamique du moteur.

J'ai poursuivi de nombreux essais sur les variations de la vitesse angulaire dans les conditions susdites, à l'aide d'un enregistreur électrique, marquant pour chaque tour de la machine un point sur la bande de papier d'un récepteur Morse animé d'un mouvement uniforme; en relevant des séries de tracés sur un même moteur, on constate une concordance dans les indications obtenues qui démontre l'existence d'une loi simple. Les vitesses exprimées par le nombre de tours n effectués dans l'unité de temps, au bout d'un temps t compté à partir de la suppression de l'impulsion motrice, sont données par une relation de la forme $n = at^2 - bt + c$, dans laquelle a, b et c sont des paramètres, différents d'un moteur à l'autre, qu'il est aisé de déterminer dans chaque cas. En effet, au temps initial zéro, on a $c = n_0$, n_0 étant la vitesse du lancé; lorsque le moteur s'arrête, après avoir effectué N révolutions, au bout d'un temps t_N, n est devenu égal à zéro et l'on a $0 = at_N^2 - bt_N + c$; il suffit donc de connaître une seule vitesse n, au temps t, pour posséder les éléments du calcul de a, b et c.

Mais la valeur de a est toujours petite et elle est quelquefois même négligeable, de

sorte qu'on peut faire emploi de l'équation linéaire $n = -b't + c$, auquel cas on a $c = n_0$ et $b' = \frac{c}{t_N}$; il suffit alors d'observer la vitesse initiale du lancé et la durée t_N du mouvement. Les deux formules donnent même valeur de n pour $t = 0$ et $t = t_N$; le paramètre b' est lié à b par la relation $b = b' + at_N$.

La construction des lignes qui correspondent aux deux formules (une droite et une courbe tournant sa convexité vers l'axe des temps, ayant leurs extrémités communes) montre que la vitesse réelle est toujours moindre que celle qui est donnée par l'équation linéaire. Celle-ci suppose que tous les frottements sont proportionnels aux vitesses; or cette hypothèse, admissible pour les résistances passives dans les paliers et articulations, n'est plus exacte pour les frottements dus au déplacement de l'air, lesquels varient proportionnellement au cube des vitesses linéaires des masses en mouvement. Ces résistances, dues à la ventilation, interviennent d'abord plus énergiquement dans l'arrêt progressif du système abandonné à lui-même. Cet effet est peint aux yeux, sur le graphique portant les deux lignes, par la différence des ordonnées et des sous-normales correspondant à un temps donné. En particulier, le rapport des sous-normales fournit une intéressante donnée relative à la variation des résistances passives avec la vitesse; la convexité de la courbe en constitue le criterium; le frottement de l'air en est le principal facteur, quoique d'autres influences se manifestent par le même effet. L'étude du graphique permet une analyse très fouillée des conditions de fonctionnement des machines à divers régimes de vitesse, des moteurs à gaz à compression différente; dans une dynamo, on séparera les résistances dans les paliers de celles qui sont produites par la ventilation et l'on analysera les pertes par hystérésis et courants de Foucault; on pourrait aussi évaluer les frottements des disques de turbines dans le milieu, etc.

La méthode que je propose est particulièrement intéressante pour la détermination du rendement organique des puissantes machines, laquelle présente de grandes difficultés et laisse beaucoup d'incertitudes; on est souvent porté à regretter l'énorme dépense de travail qu'ont nécessitée des expériences et des calculs dont il est difficile de garantir la rigueur absolue, et qui sont contestés pour le seul motif qu'ils conduisent à des résultats estimés invraisemblables. L'observation du volant est au contraire très facile; elle ne nécessite aucun dispositif spécial et comporte une précision très satisfaisante. On calcule la puissance $\mathfrak{P}$ absorbée au temps t par les résistances de toute nature par la formule

$$\mathfrak{P} = \frac{dW}{dt} = K\omega\frac{d\omega}{dt} = K\frac{4\pi^2}{3600}n\frac{dn}{dt} = K.0,01097\,T,$$

dans laquelle K est le moment d'inertie des pièces mobiles, ω leur vitesse angulaire, n le nombre de tours effectués par minute et T la sous-normale correspondante mesurée sur le graphique. Mais on peut se contenter souvent de l'approximation donnée par l'équation linéaire, et alors on n'a qu'à re-

lever le nombre de tours n_0, qui définit la vitesse du lancé, et à mesurer le nombre de révolutions N effectuées et le temps t_N mis par le moteur pour s'arrêter complètement. L'énergie W possédée par les masses en mouvement est

$$\int_{\omega}^{0} K\omega\, d\omega = \frac{1}{2}K\omega^2 = K\frac{2\pi^2}{60}n_0^2 = 0,0055\, K\, n_0^2.$$

Divisant cette valeur de W par N, on obtient l'énergie dépensée par tour et l'on en déduit le rendement organique. La valeur de $K = \frac{PD^2}{4 \times 9,81}$ se calcule sans difficulté pour le volant des puissantes machines, si l'on néglige l'effet de la bielle.

L'exemple qui suit donnera la mesure de l'exactitude procurée par cette méthode. Un moteur à gaz de hauts fourneaux, à quatre temps, composé de deux cylindres à double effet en tandem, porte sur son arbre de couche un volant lourd et un induit de génératrice à courant continu ; la puissance normale du groupe électrogène est de 600 kilowatts par 100 tours à la minute. Le relevé de nombreux diagrammes a fait assigner au moteur un rendement de 80 pour 100 ; si l'on fait fonctionner la dynamo en réceptrice, en l'alimentant de courant par un groupe identique voisin, on trouve 78,4 pour 100 ; le procédé de l'équation linéaire a donné 79, valeur comprise entre les deux autres.

La concordance de ces chiffres justifie l'emploi de la méthode pour les moteurs puissants : elle donne des résultats moins favorables pour les petits moteurs à gaz, à grande vitesse et haute compression, dans lesquels il se produit des effets plus complexes. Le rendement organique obtenu par la méthode de l'équation linéaire est généralement plus faible que celui que fournit le procédé classique par indicateur et frein.

La numération du nombre de tours N effectués par un moteur quelconque après suppression de la puissance motrice fait connaître dans quel rapport se trouve l'énergie emmagasinée dans le volant, à la vitesse de régime, avec l'ensemble des résistances passives du système ; le coefficient de régularité cyclique dans le tour dépend de ce rapport, attendu que c'est l'énergie du volant qui intervient pour maintenir la vitesse dans les phases de travail réduit, négatif ou nul. La valeur de N caractérise donc la régularité.

Pour le moteur ci-dessus, pour lequel $\frac{V_{max} - V_{min}}{2V} = \frac{1}{120}$, j'ai trouvé $N = 106,5$, pour $n_0 = 105$; N est donc à peine supérieur à n_0. Un moteur

de même espèce et de même puissance, qui a donné $N = 170$ tours pour $n_0 = 150$, doit posséder un meilleur coefficient, et de fait l'irrégularité est de $\frac{1}{150}$. Dans des moteurs déterminés, on pourrait donc spécifier la valeur de N pour caractériser la régularité cyclique dans le tour.

CORRESPONDANCE.

M. le **Président de la Société d'encouragement de la culture des orges de brasserie en France** adresse des remercîments à l'Académie pour l'attribution, sur le Fonds Bonaparte, d'une subvention à M. *L. Blaringhem*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Canada. The Selkirk range, British Columbia*, par A.-O. Wheeler, F. R. G. S., t. I et II. (Cet Ouvrage, que le colonel Laussedat s'était proposé de présenter à l'Académie, est transmis par Mme Vve Laussedat.)

2° *Intégromètre à lame coupante*, par M. le colonel Jacob.

Géométrie infinitésimale. — *Sur les familles de Lamé composées de surfaces égales.* Note de M. **J. Haag**.

Le problème de la recherche des familles de Lamé composées de surfaces égales a déjà été étudié par différents mathématiciens. J'ai été conduit à le reprendre en cherchant des applications de certains mouvements très importants, qui se rencontrent dans une foule d'autres questions de Géométrie, que je me réserve d'exposer plus tard. Pour l'instant, je veux seulement indiquer les résultats que j'ai obtenus sur les familles de Lamé ci-dessus mentionnées.

Soit un trièdre (T), dont la position dans l'espace dépend d'un seul paramètre t. Soit S une surface attachée à ce trièdre. Soient x, y, z les coordonnées d'un point quelconque de S relativement au trièdre (T), et soient u et v les paramètres des lignes de courbure de S. Quand t varie, S doit engendrer une famille de Lamé. Pour cela il faut et suffit qu'on puisse associer les courbes $v =$ const. des différentes positions de S, pour

qu'elles engendrent des surfaces Σ, normales à S le long de ces lignes. Or ceci se traduit par l'égalité

$$\mathbf{S}\frac{\partial x}{\partial v}\left[\frac{\partial x}{\partial u}du + \frac{\partial x}{\partial v}dv + (\xi + qz - ry)\,dt\right] = 0$$

ou

$$(1) \qquad G\,dv + A\,dt = 0,$$

en posant

$$G = \mathbf{S}\left(\frac{\partial x}{\partial v}\right)^2, \qquad A = \mathbf{S}\frac{\partial x}{\partial v}(\xi + qz - ry).$$

Il faut alors et il suffit que l'équation différentielle (1) ait une intégrale générale indépendante de u, ce qui exige

$$(2) \qquad G\frac{\partial A}{\partial u} - A\frac{\partial G}{\partial u} = 0.$$

Cette relation, qui est linéaire et homogène en ξ, η, ..., r, doit avoir lieu quelles que soient les valeurs de u, v, t. Elle est de forme classique. Nous allons la discuter.

Premier cas. — ξ, η, ..., r sont proportionnels à des constantes ξ_0, η_0, ..., r_0. On a alors un *mouvement hélicoïdal*. La surface (S) doit satisfaire à l'équation

$$(3) \qquad G\frac{\partial A_0}{\partial u} - A_0\frac{\partial G}{\partial u} = 0,$$

d'où

$$G = A_0 V,$$

V étant une certaine fonction de v, qu'on peut d'ailleurs supposer égale à 1, en choisissant convenablement l'argument v. De sorte que le problème se ramène, dans ce cas, à la recherche d'une surface S qui, rapportée à ses lignes de courbure, satisfasse à la relation

$$(4) \qquad G = A_0.$$

On doit évidemment avoir aussi la relation obtenue en échangeant u et v; mais la relation (4) suffit à elle seule. Remarquons encore que la relation (3) est la traduction analytique d'un théorème dû à M. Petot et que nous n'énonçons pas, pour abréger. Disons enfin que l'équation (1) devient alors

$$v + t = \text{const.},$$

ce qui donne sans calculs les surfaces Σ. On aurait de même la troisième famille du système triple.

Deuxième cas :

$$\xi = \lambda_0 \xi_0 + \lambda_1 \xi_1, \qquad \eta = \lambda_0 \eta_0 + \lambda_1 \eta_1, \qquad \ldots, \qquad r = \lambda_0 r_0 + \lambda_1 r_1,$$

les ξ_0, ξ_1, ... étant des constantes et les λ des fonctions de t. Le mouvement est alors un mouvement que j'ai déjà étudié en détail et que j'ai appelé *un mouvement* G. La surface S doit alors satisfaire aux équations suivantes :

$$G = A_0 X_0 - A_1 X_1$$

et aux deux équations analogues. On en déduit aisément le théorème suivant, dont la réciproque peut s'établir géométriquement d'une manière très élégante :

Théorème. — *Pour qu'une surface S engendre une famille de Lamé dans un mouvement G de directrices Δ et Δ', il faut et suffit que les tangentes à S normales à toute ligne de courbure le long de cette ligne appartiennent à un complexe linéaire conjugué par rapport à Δ et Δ'.*

Bien entendu, ce complexe peut varier quand on passe d'une ligne à la suivante.

Je n'ai pas encore cherché toutes les surfaces S qui satisfont à ce théorème. Je n'ai obtenu que des cas particuliers dont voici les deux plus intéressants, que j'énonce sous forme de théorèmes :

Théorème. — *Soit S une cyclide de Dupin dont les axes Δ et Δ' ne se rencontrent pas. Soit Γ le cercle tangent à Δ et d'axe Δ'. Soit γ une courbe à courbure constante dont Γ est un cercle de courbure. Si Γ vient prendre successivement la position de tous les cercles de courbure de γ, en entraînant S, celle-ci engendre une famille de Lamé.*

Théorème. — *Soit S une surface de Joachimstal dont les lignes de courbure planes sont des tractrices. Si l'on imprime à cette surface un mouvement de verrou quelconque autour de son axe, elle engendre une famille de Lamé.*

Le premier théorème est dû à M. Cosserat.

Troisième cas :

$$\xi = \lambda_0 \xi_0 + \lambda_1 \xi_1 + \lambda_2 \xi_2, \qquad \eta = \ldots.$$

En raisonnant comme précédemment, on arrive, outre le cas du cône de

sommet fixe ou du cylindre dont les génératrices restent parallèles à elles-mêmes, au théorème suivant :

Théorème. — *Soit S une cyclide de Dupin dont les axes Δ et Δ' sont dans un même plan P. Si l'on fait rouler P sur une développable quelconque, en entraînant S, celle-ci engendre une famille de Lamé.*

Quatrième cas et suivants. — On trouve qu'ils ne peuvent rien donner.

Bien entendu, dans ce qui précède, on met de côté le cas évident des sphères égales et des plans. Il y aurait encore quelques remarques à présenter ici, mais nous ne les ferons pas pour ne pas allonger cette Note. Je dirai simplement, en terminant, qu'on étudie d'une façon tout à fait analogue les familles de Lamé composées de surfaces semblables.

MÉCANIQUE. — *Sur la tendance des systèmes matériels à échapper au frottement.* Note de M. **Georges Rémoundos**, transmise par M. P. Appell.

1. Je me propose de communiquer quelques résultats complémentaires sur le principe énoncé par M. Appell et concernant la tendance des systèmes matériels à échapper au frottement [voir *Bulletin mensuel de l'Association française pour l'avancement des Sciences* (1) : *Sur quelques questions de Mécanique rationnelle*, et *Journal für die reine und angewandte Mathematik*, Bd. CXXXIII, Heft 2]. Désignons avec M. Appell par Φ la quantité

$$f_1 N_1 r_1 + f_2 N_2 r_2 + \ldots + f_p N_p r_p,$$

où $f_1, f_2, \ldots, f_p$ sont les coefficients du frottement, $N_1, N_2, \ldots, N_p$ les valeurs absolues des réactions normales, $r_1, r_2, \ldots, r_p$ les valeurs des vitesses de glissement relatives des points matériels au contact dans les divers corps frottants associés deux à deux.

M. Appell a démontré que la quantité Φ tend vers zéro en entendant par là qu'il existe toujours une suite (S) de valeurs de t pour lesquelles la quantité Φ soit plus petite que tout nombre positif, si petit soit-il; il a terminé sa Note (*Journal für Mathematik*, Bd. CXXXIII, Heft 2) par la remarque que *l'intégrale* $\int^t \Phi\, dt$ *doit rester finie, ce qui donne une indication sur le mode de variation de* Φ. C'est à cette remarque que se rattachent les résultats que je me propose de communiquer ici.

(1) N° 8, octobre 1905.

I. Nous démontrons qu'il existe toujours une suite de valeurs de t satisfaisant à l'inégalité

$$\Phi < \frac{\lambda}{t}.$$

Ce résultat est particulièrement intéressant dans le cas où la suite (S) de valeurs de temps t a comme point limite l'infini, puisque alors nous avons un renseignement sur le mode (ou sur la rapidité) de variation de Φ, qui tend vers zéro lorsque le temps t croît indéfiniment.

Dans le cas où Φ varie en oscillant, M. Appell (Note citée) dit qu'*on ne peut rien dire* a priori *de sa limite supérieure.*

Nous établissons le résultat suivant concernant la variation de la limite supérieure de Φ.

Si nous désignons par T la demi-force vive, H le potentiel des forces intérieures, U le potentiel des forces extérieures, qui reste inférieur à une limite fixe L, nous avons le théorème suivant :

II. *L'étendue d'un intervalle de temps commençant par la valeur $t = t_0$ et dont aucune valeur ne satisfait à l'inégalité*

$$\Phi < \frac{\lambda}{t}$$

doit être inférieure à la quantité

$$t_0\left(e^{\frac{L}{\lambda}} e^{\frac{1}{\lambda}Q_{t_0}} - 1\right).$$

L *désignant la constante ci-dessus indiquée et* Q_{t_0} *la valeur pour* $t = t_0$ *de la quantité* Q *définie par l'égalité* $Q = T + H - U$.

Si la quantité $Q = T + H - U$ reste finie, le théorème précédent montre que le rapport $t_1 = t_0$ des extrémités des intervalles exceptionnels (c'est-à-dire des intervalles dont les valeurs ne satisfont pas à l'inégalité $\Phi < \frac{\lambda}{t}$) reste fini, ce qui donne un renseignement intéressant sur l'étendue de ces intervalles et sur la façon dont le travail dû au frottement varie avec le temps.

Nous remarquons aussi que chaque intervalle exceptionnel diminue et peut être rendu aussi petit qu'on voudra, lorsque la constante λ croît. Si nous considérons donc une valeur $t = t_0$ du temps, nous pouvons choisir le nombre λ assez grand pour que l'intervalle de temps commençant à t_0 et

ne satisfaisant pas à l'inégalité

$$\Phi < \frac{\lambda}{l}$$

devienne aussi petit qu'on voudra.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les détecteurs à pointes de tellure et de tellurures.* Note de M. **Édouard Branly.**

Les détecteurs trépieds à pointes de tellure ou de tellurures sur acier poli, tels que je les emploie, appartiennent au groupe des radioconducteurs et fonctionnent par variations de résistance. En effet, la force électromotrice qui leur est appliquée est nécessaire et sa suppression entraîne leur indifférence. Ne peut-on pas penser que, si le tellure occupe l'une des extrémités de la chaîne thermo-électrique, il n'en résulte pas nécessairement que toutes ses propriétés se rattachent à son rôle thermo-électrique? Il est vrai que déjà l'an dernier M. Austin, comme M. Tissot actuellement, guidé par le classement thermo-électrique du tellure, l'avait utilisé, dans des recherches suivies, pour former des détecteurs thermo-électriques. Ces détecteurs agissaient par production de forces électromotrices et non par variations de résistance sous l'influence des oscillations. On voit cependant que, dans les conditions où je me suis placé, le tellure agit par variations de résistance et d'une façon avantageuse.

ÉLECTRICITÉ. — *Conditions et durée d'auto-excitation des dynamos.* Note de M. **Swyngedauw** [1], présentée par M. H. Poincaré.

Dans la théorie de l'auto-excitation habituellement donnée dans les cours, on suppose d'une part qu'il existe une aimantation rémanente, et

[1] La théorie de l'auto-excitation, que je demande à l'Académie d'exposer ici, a été professée en mars de cette année à l'Institut électrotechnique de Lille; elle a des points de ressemblance avec celle que M. Girault a donnée dans une Note aux *Comptes rendus* (4 mai 1908), intitulée *Comparaison des durées d'auto-excitation des dynamos shunt et série*, mais elle a sur celle-ci l'avantage de n'introduire que des données expérimentales. M. Girault fait, en effet, reposer sa théorie sur l'idée un peu artificielle de faire correspondre au flux rémanent un courant i_0 et une réluctance R_0 dont la valeur s'introduit dans les formules et n'est pas accessible à l'expérience. Apparemment, il y aurait une exception pour la formule que M. Girault donne de la vitesse critique; mais cette formule est obtenue par une sorte de divination que ne permettent point ses prémisses.

d'autre part on applique le théorème d'Hopkinson comme si le circuit magnétique était en fer parfaitement doux sans aimantation rémanente.

On peut lever cette contradiction et faire la théorie de l'auto-excitation en commençant par généraliser le théorème d'Hopkinson au cas de l'aimantation rémanente.

Désignons par Φ le flux qui traverse un tronçon du circuit magnétique de section s quand le courant qui traverse les spires magnétisantes est i, et soit Φ_0 le flux rémanent; $\varphi = \Phi - \Phi_0$ est le flux dû au courant seul.

$B = \frac{\varphi}{s}$ est l'induction due au courant seul; si H est le champ créé par le courant, $\mu = \frac{B}{H}$ est la définition généralisée de la perméabilité.

On voit dès lors que la démonstration classique du théorème d'Hopkinson donne, avec ces nouvelles définitions de B, φ, μ,

$$\sum_c \frac{l\varphi}{\mu s} = 4\pi mi,$$

où l et s sont les longueurs et les sections d'un des tronçons du circuit fermé, φ le flux dû au courant seul, μ la perméabilité correspondante, mi les ampères-tours enroulés sur le circuit, $\sum\limits_c$ la somme des termes $\frac{l\varphi}{\mu s}$ étendue au circuit magnétique C.

Théorie de l'auto-excitation. — Désignons par q le nombre des spires enroulées sur chacun des circuits magnétiques d'une machine à $2p$ pôles, $m = pq$ le nombre total des spires inductrices, R_t et R les réluctances du circuit inducteur et du flux utile, et σ le coefficient de fuites de la dynamo. On peut écrire

$$4\pi qi = (\sigma R_t + R)(\Phi - \Phi_0). \tag{1}$$

Désignons d'une part par $2a$ le nombre de branches de courant de l'induit, par n le nombre de spires de l'induit, par r la résistance du circuit parcouru par le courant inducteur, par t le temps. En négligeant la réaction d'induit, on peut écrire

$$\frac{p}{a} n N \Phi - m\sigma \frac{d\Phi}{dt} = ri. \tag{2}$$

De (1) et (2) on déduit l'équation

$$\left[4\pi \frac{p}{a} qnN - r(\sigma R_t + R)\right]\Phi + r(\sigma R_t + R)\Phi_0 = 4\pi mq\sigma \frac{d\Phi}{dt}. \tag{3}$$

A. Si $\frac{pnN}{am\sigma}$ est positif, c'est-à-dire si la dynamo tourne dans le sens pour lequel le flux est renforcé par le courant induit, le flux croît et atteint la valeur maximum

$$\Phi_M = \frac{1}{1 - 4\pi \frac{pqnN}{ar(\sigma R_t + R)}} \Phi_0, \tag{4}$$

$(\sigma R_t + R)$ étant la valeur des réluctances pour le flux Φ_M.

Lorsque la dynamo donne son voltage normal, Φ_M égale environ 50 à 60 fois le flux rémanent; on pourra écrire sensiblement

$$4\pi \frac{p}{a} qnN = r(\sigma R_t + R). \tag{5}$$

B. Si, au contraire, l'induit tourne dans le sens qui désaimante la dynamo, le flux diminue et tend vers une limite,

$$\Phi_m = \frac{1}{1 + 4\pi \frac{pqnN}{ar(\sigma R_t + R)_0}} \Phi_0, \tag{6}$$

$(\sigma R_t + R)_0$ étant la réluctance correspondante à Φ_m; cette valeur est sensiblement constante, à $\frac{1}{10}$ près.

Durée de l'auto-excitation. — On peut calculer la durée nécessaire pour faire passer le flux de sa valeur rémanente Φ_0 à une valeur Φ correspondant à un point situé sur la première partie rectiligne de la caractéristique, voisin du coude de cette dernière.

Dans ces conditions, les réluctances sont constantes et la durée de l'auto-excitation est donnée par la relation

$$t = \frac{m\sigma}{\frac{p}{a} n N(1 - k)} \operatorname{Log}\left[(1 - k)\frac{\Phi}{\Phi_0} + k\right]. \tag{7}$$

Cette formule est entièrement vérifiable par l'expérience. $\frac{\Phi}{\Phi_0} = \frac{E}{E_0}$ est le rapport des forces électromotrices induites par les flux Φ et Φ_0 à une même vitesse

$$k = \frac{r(\sigma R_t + R)}{4\pi \frac{p}{a} qnN}. \tag{8}$$

Dans le cas de la perméabilité constante,

$$k = \frac{E_m - E_0}{E_m},$$

où E_m et E_0 sont les forces électromotrices induites à la même vitesse constante quand on fait fonctionner successivement la machine en désexcitation pour la résistance r du circuit inducteur et sous le flux rémanent Φ_0.

L'expérience vérifie la formule (7) à $\frac{1}{10}$ près; elle donne une valeur plus forte que la théorie, parce que la perméabilité n'est pas absolument constante au voisinage du flux rémanent, et est un peu plus faible que sur la partie droite de la caractéristique.

Théoriquement, une dynamo dans laquelle $n = 136$, $m = 1972$, $N = 1000$ tours par minute, $r = 32$ ohms, passerait du flux rémanent à un flux 38 fois plus grand en un temps égal à $9^s,9$; l'expérience donne $10^s,4$.

Auto-excitation à perméabilité constante. — Lorsque $k < 1$, on a

$$(9) \qquad (1 - k)\Phi = \Phi_0\left(e^{\frac{rN}{60mn}(1-k)t} - k\right);$$

le flux tend vers l'infini; la dynamo demanderait une puissance infinie; le fonctionnement stable en auto-excitation serait impossible. Il en est de même pour $k = 1$.

L'auto-excitation ne tend vers un régime stable que par l'augmentation de la réluctance à partir du coude de la caractéristique; la condition $k < 1$, satisfaite pour la portion rectiligne de la caractéristique, indique que la machine s'amorce franchement; elle rappelle la condition d'auto-excitation de S. Thompson.

ÉLECTRICITÉ. — *Arc électrique entre une électrode solide et un liquide.* Note de M. G. **Athanasiadis**, transmise par M. Lippmann.

Il est impossible d'entretenir un arc entre une cathode refroidie et une anode qui peut s'échauffer, mais on l'obtient entre une anode froide et une cathode portée au rouge blanc [1].

Par de nombreuses expériences nous avons cherché à préciser les condi-

---

[1] J. Stark und L. Cassuto, *Physik. Zeit.*, t. V, 1904, p. 264.

tions de la naissance et de l'entretien d'un arc entre un électrolyte et une électrode solide de charbon ou de métal.

Nous avons en outre étudié l'influence d'un condensateur et d'une bobine d'induction disposés en dérivation sur les deux électrodes comme dans l'expérience de Duddell.

Nous avons utilisé parmi les électrolytes de préférence les solutions des sels phosphoreux et surtout l'eau acidulée à 15-20 pour 100 d'acide sulfurique. L'une des électrodes était constituée d'une plaque de charbon, plongée continuellement dans le liquide, et l'autre d'un bâton de charbon ou de métal, dont nous avons fait varier le diamètre et l'immersion dans le liquide. La différence de potentiel entre les électrodes était portée à 220 volts.

Influence de l'épaisseur et de l'immersion de l'électrode. — Quand on emploie comme anode un fil de cuivre d'un petit diamètre (1^{mm}-$1^{mm},5$ environ), plongé de 4^{cm}-5^{cm} dans l'électrolyte, on observe que l'intensité du courant peut atteindre 6 ampères par une diminution de la résistance du circuit; mais alors l'intensité baisse brusquement à 0,5 ampère, l'électrode venant à être polarisée.

L'extrémité du fil devient phosphorescente et, en même temps, il se produit un son aigu ou plutôt un sifflement, l'intensité du courant restant invariable, quoique la différence de potentiel puisse être portée jusqu'à 220 volts. La polarisation se fait plus facilement quand la portion du fil immergé dans le liquide diminue. Une fumée blanche échappe en même temps de l'anode, par suite de la décomposition de l'acide sulfurique.

Mais en renversant les pôles le fil devient incandescent et il se fond rapidement par la formation de l'arc. On obtient les mêmes phénomènes avec les fils de Fe, Sn, Al, etc., ainsi que par des bâtons de charbon. Si l'on utilise des fils plus gros en cuivre (diamètre 3^{mm}-4^{mm}), la polarisation se fait en portant d'abord le fil (l'anode) en contact avec le liquide et en le plongeant ensuite progressivement jusqu'à 2^{cm}-3^{cm} et davantage. La polarisation est alors conservée, ainsi que la phosphorescence de l'extrémité du fil.

En renversant de nouveau les pôles nous obtenons un arc autour de la partie plongée du fil qui devient incandescent et enfin se fond. Un son très fort accompagne la formation de l'arc, tandis qu'autour de l'électrode le liquide passe à l'état d'ébullition et des gouttes sont vivement lancées au dehors. En augmentant la différence de potentiel jusqu'à 220 volts, le phénomène devient plus intense, tandis que l'intensité du courant, qui dépend

de l'immersion, varie entre 1 et 8 ampères. Le courant est toujours intermittent.

On doit remarquer que, si la durée de l'arc se prolonge et augmente davantage l'incandescence du fil, l'intensité baisse graduellement. L'intensité du courant ainsi que celle du son augmentent quand l'anode plonge davantage dans le liquide. Pour obtenir la formation de l'arc à 5^{cm} ou 6^{cm} dans le liquide, on doit d'abord le produire en mettant en contact le fil et le liquide et en plongeant ensuite graduellement le fil afin que la cathode devienne incandescente ([1]). Mais il faut augmenter la différence de potentiel pour maintenir l'arc dans une profondeur plus grande.

Si l'on renverse brusquement les pôles, en rendant ainsi anode l'électrode déjà incandescente, la polarisation se fait immédiatement, même lorsque le fil est plongé à 5^{cm}-6^{cm}, et l'intensité baisse alors à 0,5 ampère. Il en résulte que la condition nécessaire pour maintenir la polarisation est l'échauffement de l'anode jusqu'à un degré suffisant.

Influence de la capacité. — Si nous disposons un condensateur de grande capacité (10-20 microfarads) en dérivation sur l'arc, cet arc devient plus brillant et le son plus aigu, mais un peu strident, et acquiert une intensité remarquable, tandis que le liquide est violemment lancé de tous côtés. Le courant alternatif qui passe dans le circuit du condensateur est d'une intensité de 0,20-0,35 ampère. En augmentant la capacité du condensateur, le phénomène devient plus intense. Mais par contre cette capacité n'a aucune influence sur le phénomène de la polarisation, le fil fonctionnant comme anode. Le son produit devient plus intense quand le vase contenant le liquide est ouvert. Mais dans un vase clos, par exemple dans un flacon de Woolff, le son est influencé par la cavité sonore du vase.

Influence de la self-induction. — Si l'on intercale enfin dans le circuit de l'arc une bobine S_1 et une seconde bobine S_2 dans le circuit du condensateur, on observe que l'influence du condensateur sur l'arc diminue à mesure que la self-induction des bobines S_1 et S_2 augmente. Nous obtenons le plus grand effet en réduisant au néant cette self-induction. Mais, si l'on intercale dans le circuit principal le primaire d'une bobine de Ruhmkorff, on obtient des étincelles de 9^{cm}-8^{cm} de longueur, l'arc fonctionnant déjà comme un interrupteur Wehnelt. La fréquence des interruptions, mesurée à l'aide d'un miroir tournant, varie entre 50 et 180 par seconde.

Nous concluons de ces expériences que : 1° l'expérience de Duddell

---

([1]) W. Mitkewitch, *Journal de la Société physico-chimique russe*, t. XXXV, 1903, p. 675.

peut réussir même quand l'arc se produit entre une anode liquide et une cathode solide; 2° l'arc formé entre un électrolyte et une électrode solide comme cathode peut être produit même sous une immersion de 7^{cm} et plus, la différence de potentiel étant portée jusqu'à 220 volts; 3° cet arc peut donner dans certains cas les effets de l'interrupteur Wehnelt, mais avec une intensité moindre; 4° il est impossible de produire un arc entre une anode solide et un électrolyte comme cathode même sur un voltage de 220 volts, mais on peut obtenir toujours la polarisation de l'électrode solide, quel que soit son prolongement dans le liquide.

SPECTROSCOPIE. — *Sur les indications quantitatives qui peuvent être fournies par les spectres de dissociation : Argent.* Note [1] de M. **A. de Gramont**, présentée par M. A. Haller.

Par leur nombre et leur intensité, les raies de l'argent, obtenues dans les spectres de dissociation des minéraux conducteurs, sont en relation directe et constante avec la teneur de ce métal dans les échantillons ainsi soumis à l'étincelle condensée, simple ou oscillante. J'ai antérieurement décrit (*Comptes rendus*, t. CXLV, 22 juillet 1907, p. 231) les dispositifs spectrographiques qui me servent pour ces recherches dont je présente ici les résultats. Ils ont été obtenus avec quatre séries de matériaux : 1° galènes de provenance connue et de teneurs en argent établies par la coupellation; 2° plombs d'œuvre correspondants; 3° alliages de plomb additionné d'argent; 4° alliages d'étain additionné d'argent. Les alliages ont été préparés en décroissant à partir de 50 pour 100 d'argent, jusqu'à 0,0001 pour 100 (un millionième de Ag); les alliages au-dessous du centième étant faits par dilution, dans le plomb ou l'étain, d'un alliage titré voisin de 10 pour 100 de Ag. J'ai reconnu ainsi qu'avec des conditions expérimentales déterminées, la persistance ou la disparition des raies de l'argent est constante pour une même teneur en argent, quelle que soit la série considérée d'alliages ou de minéraux. Pour établir une correspondance tout à fait complète entre les différentes séries de matériaux, j'ai juxtaposé en coïncidences sur le même cliché les spectres soit des alliages plomb-argent et étain-argent, soit des galènes argentifères entre deux des alliages plomb-argent de teneurs les

---

(1) Présentée dans la séance du 27 juillet 1908.

plus voisines (¹). D'autre part et afin de rendre les indications quantitatives comparables, six spectres de termes consécutifs de chaque série étaient photographiés sur la même plaque, par déplacement vertical de celle-ci, le milieu de la fente restant éclairé sur une même hauteur par une double lentille condensatrice cylindrique en quartz, donnant une image linéaire de l'étincelle.

Des bobines d'induction de tailles différentes, pouvant donner 5^{cm}, 10^{cm} ou 15^{cm} d'étincelle libre, ont été employées en intercalant dans le circuit secondaire les capacités de 0,005 à 0,011 microfarad. J'ai aussi ajouté des self-inductions de 0,00063 à 0,0062 henry, dont la présence n'a pas paru influer sur la persistance des raies de l'argent qui résistent à la self-induction. La constance du voltage du courant qui parcourt le primaire de la bobine, la largeur d'ouverture de la fente et le temps de pose sont, au contraire, les facteurs d'importance principale dans ces recherches quantitatives. J'ai opéré en général avec une fente à $0^{mm},025$ d'ouverture et des poses de 4 à 6 minutes, identiques bien entendu, pour chaque suite des spectres à comparer, mais j'ai obtenu les mêmes résultats avec une fente de $0^{mm},050$ et des poses de 45 secondes. Les spectres ultra-violets ont été obtenus soit avec un spectrographe à partie optique entièrement en quartz, déjà décrit, soit avec un appareil similaire à prisme en spath calcite dont le rayon ordinaire était seul utilisé et dont la translucidité s'étendait jusqu'à $\lambda 2170$. La partie visible du spectre était photographiée sur toute son étendue avec un spectrographe à prisme Rutherfurd et des plaques Wratten, et concurremment étudiée oculairement avec un spectroscope à vision directe à deux prismes.

La place me fait malheureusement défaut ici pour donner les Tableaux de disparition des raies de l'argent : ils seront publiés ultérieurement dans un autre Recueil. La limite d'apparition totale est basse et probablement comprise entre 5 et 10 pour 100. Je n'ai pu l'établir, car j'ai reconnu, au cours de ces recherches poursuivies aussi sur d'autres corps, que les spectres d'étincelle sont notablement plus riches en raies fines et faibles que ne pourraient le faire supposer les listes de leurs longueurs d'ondes publiées jusqu'ici.

Voici quelques données quantitatives des raies principales de l'argent qui *ont disparu* pour des teneurs déterminées (alliages ou minéraux); les chiffres plus gros correspondent aux raies visibles, ceux entre parenthèses correspondent à des conditions de sensibilité plus grandes avec une fente plus

---

(¹) Je remercie spécialement ici M. R. Biquard pour son concours dans la préparation des alliages et la prise des spectrogrammes.

large et des poses de 10 minutes :

A **1** pour **100** de Ag : 4311,4; 3981,8; 3985,2; 3542,7.

A **0.5** pour **100** : 5403,8; 4874,4; 4668,7; 2902,2; 2896,6.

A **0.1** pour **100** : 5471,7; 4212,0; 2938,6; 2934,4; 2929,5; 2896,6; 2756,7; 2506,7; 2462,3; 2453,4; 2448,8; 2375,0; 2365,8; 2364,1; 2362,3; 2359,0; 2226,3; 2186,9; 2145,7; 2120,5; 2113,9.

A **0.05** pour **100** : 2248,8; 2229,7.

A **0.01** pour **100** : 5209,2; 2767,6; 2712,2; 2473,9; 2358,0; 2309,7; 2280,1.

A **0,005** pour **100** : 5465,6; 2448,0; 2331,5; 2413,3.

A **0,001** pour **100** : (2413,3); 2437,9.

A **0,0005** pour **100** : (2437,9).

A **0,0001** pour **100** : 3383,0 (tandis que 3280,8 persiste encore très faiblement).

On voit ainsi la manière de déterminer immédiatement, par l'examen d'un cliché d'analyse spectrale directe, où l'on a fait coïncider le spectre de l'argent et celui d'une galène, le rendement industriel possible de celle-ci. Les galènes sont considérées comme riches entre 0,1 et 0,5 pour 100 de Ag; l'examen oculaire des raies vertes γ 5471,7; α 5465,6; β 5209,6 pourra donc fournir sur elles des indications préliminaires que j'avais autrefois signalées (*Analyse spectrale directe des minéraux*, p. 69; Paris, 1895), mais qui sont maintenant beaucoup simplifiées avec l'emploi de la self-induction, car celle-ci élimine les raies du soufre, de l'air, et certaines lignes du plomb. On peut, dans certains cas, obtenir des évaluations plus précises encore que celles de la classification précédente. Par exemple, deux galènes de filons différents de la mine de Pierrefitte (Hautes-Pyrénées) ont été spectrographiées en coïncidence : l'une à 0,218 Ag pour 100 donne encore les raies 2938,6; 2934,4; 2453,4; 2448,0; l'autre à 0,109 Ag pour 100 ne les donne plus.

Les séléniures et tellurures offrent des résultats semblables; ainsi pour la zorgite $(Pb, Cu^2)Se$, l'examen du cliché me fait prévoir de 0,2 à 0,5 pour 100 d'argent. Il est bon de se mettre en garde contre les erreurs causées par certaines raies étrangères, 2767,6 du fer notamment, très sensible, et coïncidant avec une raie de l'argent. Il faut aussi tenir compte de l'éclipse possible de quelques raies de ce métal par le halo de fortes lignes voisines de l'étain et du plomb. On se souviendra enfin que les raies voisines des bords du cliché subissent un affaiblissement qui diminue la sensibilité de leur réaction.

J'espère pouvoir donner prochainement les résultats similaires que j'ai obtenus pour d'autres corps simples par les mêmes procédés.

CHIMIE. — *Sur un nouveau procédé de fabrication de l'hydrogène pur.* Note de M. MAURICHEAU-BEAUPRÉ, présentée par M. le général Sebert.

Le nouveau procédé de fabrication de l'hydrogène pur que nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie est basé sur la décomposition de l'eau, prise à la température ordinaire, par de l'aluminium spécialement préparé.

Nous prenons de l'aluminium, en limaille fine, et nous lui ajoutons une petite quantité de bichlorure de mercure et de cyanure de potassium pulvérisés. Il se produit alors un léger échauffement de la masse.

Cette préparation se présente sous forme d'une poudre métallique grossière. Sa densité apparente est de 1,42. La durée de sa conservation est indéfinie, dans tout récipient qui la préserve du contact de l'humidité de l'air. Sa propriété la plus remarquable est son action sur l'eau. Un kilogramme de cette préparation, traité par un excès d'eau, dégage environ 1300^{l} d'hydrogène à la température de 15° et à la pression de 760^{mm}. Il suffit donc de 800^{g} pour produire 1^{m^3}; enfin 1^{dm^3} de cette préparation donne environ 1770^{l} d'hydrogène. A cause de cette propriété, nous lui avons donné le nom d'*hydrogénite*.

Conditions de préparation de l'hydrogène. — Nous plaçons ce produit dans un récipient permettant de recueillir le gaz mis en liberté, et nous le traitons par une petite quantité d'eau, environ 1^{l} pour 1^{kg}. Au bout de quelques secondes, la réaction commence et se manifeste par un échauffement progressif. Nous utilisons ce dégagement de chaleur pour régler la rapidité de la décomposition, qui est d'autant plus grande que la température des produits en réaction est plus élevée, à condition toutefois de ne pas dépasser 80°. Nous arrivons à ce résultat en introduisant dans l'appareil générateur une quantité variable d'eau, que nous déterminons d'après la température que nous voulons avoir. Nous agissons ainsi, très simplement, sur le débit d'hydrogène. En maintenant la température aux environs de 70°, la quantité d'aluminium contenue dans l'appareil est complètement oxydée en 2 heures environ.

Les indications qui précèdent sont essentielles pour obtenir le rendement total en hydrogène. Celui-ci n'est jamais atteint si la température s'élève jusqu'à 100°, ou si, au contraire, la préparation est noyée, dès le début, dans une grande masse d'eau.

La réaction se fait avec un très grand dégagement de chaleur, suivant l'équation

$$Al^2 + 6H^2O = Al^2O^3 + 3H^2O + 3H^2,$$

qui correspond à $184^{cal},6$ et montre que la décomposition de l'eau par 1^{kg} de la préparation donnera environ 3300^{cal}.

Cet hydrogène, produit en milieu non acide, est pur et possède, par le fait, son maximum de force ascensionnelle.

La réaction ne laisse qu'un résidu neutre, constitué par de l'alumine hydratée très pure.

Les appareils générateurs peuvent donc être construits avec tous les matériaux usuels.

Application à l'Aéronautique. — Le but principal de nos recherches a été d'obtenir un procédé de production de l'hydrogène applicable en Aéronautique.

A ce point de vue, notre préparation est intéressante par les avantages suivants :

Le mode d'utilisation est d'une grande simplicité.

L'hydrogène est dégagé à l'état pur, directement.

Le rendement en hydrogène, d'un poids ou d'un volume donnés de produit, est très élevé. C'est pour cette raison, de toutes les sources d'hydrogène connues, celle dont le transport serait le plus avantageux.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la réalisation* in vivo *et* in vitro *de précipitines pour l'ovalbumine à partir d'antigènes chimiquement définis.* Note de MM. **André Mayer** et **Georges Schæffer**, présentée par M. Dastre.

On sait que normalement le sérum de lapin ne précipite pas l'ovalbumine. Cependant, dans un très petit nombre de cas, le sérum de certains lapins présente cette propriété (précipitines naturelles).

Nous nous sommes demandé s'il n'était pas possible de faire apparaître à volonté cette propriété, sans recourir au moyen classique d'injection intra-péritonéale d'ovalbumine. Nous avons pu y réussir dans les cas suivants :

En laissant des lapins à l'*inanition* complète pendant 5 à 6 jours, et en recueillant leur sérum au moment où la perte de poids est d'environ un tiers du poids initial, et où l'urine est franchement acide, on voit que ce sérum précipite l'ovalbumine. La même propriété apparaît dans l'intoxication chloroformique par ingestion répétée de chloroforme dissous dans l'huile. De même encore, l'alimentation carnée chez le lapin, la formation d'abcès et de péritonites aseptiques par la térébenthine, en provoquent l'apparition. Dans tous les cas, le sérum chauffé à 60° perd ses propriétés précipitantes.

Nous avons pensé que dans ces états, qui sont toujours accompagnés soit

d'une destruction de tissus, soit d'une cytolyse importante dans certains organes, cytolyse que les examens histologiques mettent en évidence dans le foie et le rein notamment ([1]), il y avait mise en liberté dans l'organisme de produits d'autolyse. C'est à l'existence de ces produits que nous pensons devoir faire remonter l'origine de la propriété précipitante. Nous avons recherché si notamment les acides gras saturés, si fréquents dans certaines autolyses aseptiques ([2]), ne jouent pas un rôle dans l'apparition de la précipitine.

A. *Expériences* in vivo. — I. Nous avons, en opérant aseptiquement, fait, à des lapins, des injections des *acides gras* suivants : propionique, butyrique, valérianique, caproïque, caprylique, stéarique, palmitique, et d'un acide gras non saturé, l'acide oléique. Par exemple, des injections intra-péritonéales étaient répétées au nombre de 6 à 10, à de courts intervalles, à la dose de 7 à 8 gouttes d'acide pur en suspension dans 20^{cm^3} d'eau salée à 8 pour 1000. Le sérum de coagulation, recueilli et centrifugé aseptiquement, était ajouté en quantité croissante dans des tubes stériles à des quantités toujours les mêmes d'ovalbumine (blanc d'œuf dilué six fois dans l'eau distillée et filtré très soigneusement). Dans ces conditions, les sérums des lapins ayant reçu les acides propionique, butyrique, valérianique, caproïque et oléique se sont montrés *très nettement précipitants*. L'acide caprylique donne une très faible précipitine, tandis que les acides stéarique et palmitique n'en donnent pas.

Des animaux témoins, injectés dans des conditions analogues avec les acides chlorhydrique, lactique et succinique, ne présentent pas la propriété précipitante. L'acide acétique donne des résultats inconstants ([3]).

Caractères de cette précipitine. — Cette précipitine, qui est à notre connaissance la première obtenue en employant des antigènes chimiquement définis, présente les caractères suivants : 1° elle paraît spécifique pour l'ovalbumine; le sérum des lapins préparés ne précipite pas les sérums de lapin normal, de chien ou de cheval; nous aurons d'ailleurs à examiner en quoi cette spécificité est liée aux conditions de milieu ; 2° le précipité formé est soluble dans un excès de l'un ou de l'autre des deux corps réagissants; il ne se forme pas si l'on ajoute une petite quantité de l'un des deux corps à une grande quantité de l'autre; ce phénomène, qui se reproduit pour toutes les précipitines connues, est pour nous un cas particulier de ce qui se passe, comme nous

---

([1]) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 25 juillet 1908.

([2]) Magnus Levy, *Ueber die Saürebildung bei der Autolyse der Leber* (*Hofmeister's Beiträge*, t. II, 1902, p. 261).

([3]) Une seule injection d'une dose massive ($\frac{1}{4}$ de centimètre cube par kilogramme) suffit parfois pour provoquer en 24 heures l'apparition d'une précipitine active, qui disparaît 8 jours environ après l'injection. Les injections sous-cutanées et intra-veineuses donnent des résultats bien moins nets que les injections dans le péritoine. Les injections d'acides gras au chien ne provoquent pas l'apparation d'une précipitine chez cet animal.

l'avons montré au cours de la formation de tous les complexes colloïdaux [1]; on sait que, dans ce cas, il y a toujours un maximum de précipitation avec redissolution dans un excès de l'un ou de l'autre des corps réagissants; 3° le sérum précipitant chauffé aux environs de 60° perd sa propriété précipitante.

II. Les *savons de soude* de la série d'acides gras que nous venons d'examiner, injectés 7 ou 8 fois à la dose de 0g,25 dans le péritoine, font également apparaître, quoique plus faiblement, la même propriété précipitante dans le sérum du lapin. La précipitine obtenue a les mêmes caractères. Il en est encore de même si l'on injecte les *éthers éthyliques* des acides de cette même série, mais dans ce cas la propriété précipitante est très faible.

L'examen histologique des organes des animaux injectés montre qu'il existe des lésions dont nous aurons à parler ailleurs [2].

B. *Expériences* in vitro. — Nous avons essayé de reproduire ces phénomènes sans passer par l'animal, c'est-à-dire en ajoutant *in vitro* au sérum normal du lapin les différents corps que nous venons d'énumérer. Nous abandonnions le sérum à lui-même pendant 24 heures, puis nous examinions ses propriétés précipitantes, en opérant toujours avec une asepsie rigoureuse.

I. Lorsqu'on additionne le sérum normal de lapin d'*acides gras* (butyrique, propionique, valérianique, caproïque) à la dose de 2 à 4 gouttes d'acide pur pour 100cmc, ce sérum devient précipitant pour l'ovalbumine. Cette propriété disparaît difficilement par chauffage; il faut parfois chauffer jusqu'à 65° et la disparition n'est pas constante.

II. Le sérum normal additionné des *savons de soude* de ces mêmes acides, à la dose de 7mgr environ pour 100cmc, acquiert la propriété précipitante, d'une façon moins marquée que si l'on additionne d'acide. Le chauffage à 60° fait toujours disparaître cette propriété.

III. Le sérum normal, additionné des *éthers éthyliques* [3] de ces acides gras (cas qui peut se ramener à une introduction ménagée d'acide par saponification progressive de l'éther) et soigneusement filtré, devient précipitant et cette propriété disparaît toujours par chauffage à 55°.

Conclusions. — 1° Nous avons obtenu une précipitine pour l'ovalbumine et pour elle seulement en injectant au lapin certains acides gras, leurs savons ou leurs éthers; cette précipitine a tous les caractères de celle qu'on obtient en injectant au lapin de l'ovalbumine; 2° il est possible de donner *in vitro* au sérum du lapin cette même propriété précipitante destructible par chauffage, en lui ajoutant directement les mêmes corps chimiquement définis.

---

(1) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, novembre 1906.

(2) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 25 juillet 1908.

(3) Ces éthers ne sont pas miscibles avec le sérum; on les laissait, à la dose de 6 gouttes pour 20cmc, former une couche très mince surnageant le sérum.

EMBRYOLOGIE. — *Maturation de l'œuf et cytodiérèse des blastomères de* Paravortex candii. Note de M. **Paul Hallez**, présentée par M. Yves Delage.

Nous n'avons encore aucune donnée sur la maturation de l'œuf et la division mitosique des blastomères des *Rhabdocœles*.

Maturation de l'œuf. — Chez *Paravortex*, l'œuf, au moment de l'encapsulement, est un ovocyte de premier ordre pourvu d'un gros noyau ovoïde présentant un fin réseau de linine et un nucléole dans lequel se trouve condensée la presque totalité de la chromatine. Après la pénétration du spermatozoïde, le noyau présente à sa surface une partie concave qui correspond à la sphène. Les deux sphènes étant constituées possèdent chacune un corpuscule central dont l'un a la forme d'un bâtonnet plié en V, l'autre la forme d'une tête de flèche. Le premier globule polaire renferme quelques caryomérites agglomérés qui doivent être au nombre de huit, car, après l'émission du premier globule polaire, l'ovule présente huit caryomérites disposés par paires et qui ne tardent pas à former quatre groupes binaires. Le deuxième globule polaire contient quatre caryomérites disposés en arc de cercle à concavité tournée vers l'œuf. Après l'émission de ce deuxième globule polaire, le noyau ovulaire n'est plus composé que de deux chromosomes en forme de V, ce qui permet de croire que les quatre caryomérites du globule résultent de la dissociation des quatre branches des deux V qui le constituent.

Le spermatozoïde se présente d'abord dans l'ovule sous forme d'un bâtonnet entouré d'un halo. Le pronucleus mâle est constitué à peu près comme celui des Trématodes (Halkin et Goldschmidt). C'est en effet un noyau lobulé présentant des grains de chromatine de grosseur variable. A côté se trouve une sphène avec radiations et contenant deux centrosomes en forme de bâtonnets courts et grêles. Cette sphène est tellement éloignée du noyau ovulaire, que son origine maternelle doit être écartée. Le noyau ovulaire, en se transformant en pronucleus femelle, affecte une structure semblable à celle du pronucleus mâle, dont il ne se distingue que par de plus faibles dimensions.

Cytodiérèse des blastomères. — Quand la plaque équatoriale est définitivement constituée, les chromosomes en forme de V ou d'U sont au nombre de quatre, avec leurs sommets dirigés vers le centre de l'œuf. Ces chromosomes se divisent longitudinalement. Au début de l'anaphase, on retrouve aux deux pôles du blastomère quatre chromosomes en V, puis quatre ca-

ryomérites arrondis disposés en croix et contenus en totalité ou en partie dans un espace clair vésiculiforme. La séparation du cytoplasme en deux cellules sœurs ne s'opère qu'après ce stade. Les quatre caryomérites se réunissent en un seul globule, puis la vésicule agrandie présente un fin réseau de trabécules, tandis que le globule de chromatine se divise en deux parties inégales. Cette phase est le prélude de la forme lobulée du noyau. Ce dernier est caractérisé par une sorte d'émiettement de la chromatine en grains de dimension variable, dont un généralement plus gros, et surtout par la forme irrégulière, lobuleuse, que prend la membrane nucléaire. On a l'impression que ce noyau doit être amœboïde.

La phase du noyau lobulé se rencontre fréquemment dans les coupes jusqu'aux stades de 150 à 200 blastomères. Au moment de la prophase, la membrane du noyau se détruit et l'on observe, disséminés dans le cytoplasme, huit à dix caryomérites; en même temps la sphène réapparaît, d'abord indivise. Huit seulement de ces caryomérites serviront à la constitution du fuseau de division. Il arrive parfois qu'il n'y en a que huit, mais j'ai rencontré des blastomères où il y en avait neuf et dix. Dans ce cas, les grains supplémentaires de chromatine gagnent la périphérie de la cellule et doivent être rejetés au dehors, car on en rencontre souvent libres entre les divers blastomères. De semblables éliminations ont été observées chez les Triclades (Mattiesen); elles diffèrent des éliminations observées par Boveri chez *Ascaris univalens* en ce qu'elles précèdent la formation de la plaque équatoriale. Les huit caryomérites forment quatre groupes binaires qui se disposent en cercle à l'équateur et chaque groupe binaire se transforme en un chromosome. Cette transformation donne lieu à des formes variées de la chromatine : formes de virgule, d'haltère, de bâtonnet renflé au milieu ou aux deux bouts, formes d'arc ou de filament plus ou moins sinueux et finalement forme de V ou d'U, ce qui nous ramène au stade de la plaque équatoriale.

Certaines préparations heureuses à l'hématoxyline au feu mettent bien en évidence la structure de la sphène, qui présente un corpuscule central entouré d'un halo clair sur le contour duquel on remarque quatre points noirs extrêmement petits.

J'ai dit que les noyaux lobulés se rencontrent jusque dans les stades de 150 à 200 blastomères. Une autre forme de noyau doit nous occuper maintenant. C'est le noyau au repos, noyau sphénique avec un réseau superficiel présentant aux nœuds des grains de chromatine et parfois un petit nucléole. Ce noyau est rare d'abord, mais il devient vraiment la figure dominante à partir des stades à une centaine de blastomères. On remarque en outre que, dans les stades à 65 ou 70 blastomères, ce sont les macromères qui ont un noyau lobulé, tandis que le noyau au repos se trouve surtout dans les micromères. La dimension des noyaux de ces derniers, même dans les stades de

150 à 200 blastomères, est encore plus que double (4μ à 6μ) de la dimension des noyaux de l'embryon (2μ). On ne peut donc pas considérer ces noyaux comme ayant épuisé la série de leurs divisions, et l'on arrive à la même conclusion si l'on compare leur nombre. Il est possible que les plus gros de ces noyaux se multiplient encore par mitose. J'en ai observé qui présentaient la structure d'un spirème, et il se peut que ces stades spirèmes soient le prélude d'une division mitosique. Mais les dernières divisions sont directes. Le noyau s'allonge, s'étrangle et se sépare en deux. Alors il n'y a plus de limites cellulaires, la masse embryonnaire est un plasmode multinucléé.

GÉOLOGIE STRATIGRAPHIQUE. — *Composition de la nappe charriée du Péloponèse au mont Ithome (Messénie).* Note de M. P. Négris, présentée par M. H. Douvillé.

Dans un Mémoire précédent j'ai effleuré quelques traits de la géologie du mont Ithome. Une nouvelle excursion plus prolongée, que j'ai faite en compagnie de M. C. Ktenas, et la découverte du Trias et du Crétacé dans les couches des sommets, du Nummulitique dans les couches de base, nous permettent de reconnaître encore ici la nappe de charriage du Péloponèse et d'en fixer la composition.

En effet, les couches du mont Ithome se composent de deux parties bien distinctes : une série inférieure, dont le terme le plus jeune est nummulitique, et une série supérieure, celle des calcaires lithographiques des savants de l'expédition scientifique de Morée.

La série inférieure se subdivise elle-même en deux parties. On a à la base une formation puissante de grès, qui est masquée vers le haut par le Pliocène de la Messénie et des alluvions plus récentes. Puis à partir de 100m à 200m d'altitude apparait une formation de flysch argileux, avec bancs de calcaire gris foncé, souvent bréchoïde : la formation débute par un banc de cette nature avec Nummulites. On ne saurait dire si ces bancs calcaires représentent tous des couches distinctes, ou si certains d'entre eux n'appartiendraient pas à une même couche prise dans les plis du flysch. Sur le flysch reposent des lambeaux de calcaire lithographique, pareil à celui des sommets, par l'intermédiaire d'une brèche, à fragments dominants de ce calcaire, avec quelques fragments du calcaire gris. Quelques bancs de calcaire lithographique pris aussi dans les plis du flysch pourraient appartenir au calcaire des sommets.

La série supérieure charriée repose d'une manière continue sur le flysch à partir de la cote de 270m à 300m. Elle est composée des trois éléments principaux suivants : d'une formation G de grès, puissante, séparée par endroits du flysch par des jaspes, puis d'une formation P de calcaires en plaquettes et jaspes dominants qui passent à des

jaspes avec calcaires en plaquettes dominants. Les formations G et P se répètent vers le haut dans un ordre renversé, de manière qu'on retrouve, à partir des calcaires en plaquettes, des jaspes et la grande formation de grès; cette dernière, qui monte ici jusqu'à 500^{m} et 600^{m} d'altitude, présente toutes les particularités de la formation G, notamment un banc intercalé de calcaire de 0^{m},25 d'épaisseur, accompagné d'un banc de jaspe, et un banc de grès conglomératique, à grains de quartz, caractéristique : la répétition de ces bancs dans un ordre renversé ne peut laisser aucun doute sur l'existence d'un pli couché, formé par les formations G et P. C'est dans la moitié supérieure de ce pli et dans les calcaires en plaquettes avec jaspes que M. Ktenas a découvert un gisement de Daonelles parmi lesquelles *Halobia styriaca* Mojs. et *Halobia cassiana* Mojs., déterminées par M. Th. Scouphos.

Le troisième élément de la partie charriée est le calcaire lithographique des sommets. Ce calcaire est généralement jaunâtre, mais devient souvent violet, particulièrement à la partie inférieure, et présente quelques intercalations de jaspe plus nombreuses vers le bas. C'est lui qui serait représenté à l'est du mont Ithome par les lambeaux de calcaire lithographique déjà mentionnés. Il semblerait donc que ces lambeaux représentent le flanc inférieur du pli, tandis qu'aux sommets on aurait le flanc supérieur. Si l'on observe cependant qu'à l'Ouest la partie inférieure de la nappe, formée par les couches G et P, présente des plis répétés isoclinaux, indépendants du calcaire supérieur, qui n'est que par intervalles pris dans ces plis, il se pourrait que, même à l'Est, le calcaire se soit détaché de son substratum naturel pour déborder sur le flysch. Cela rendrait compte de la brèche que nous avons constatée sous le calcaire lithographique des lambeaux et qui serait ainsi une brèche de friction. Il est à remarquer qu'un banc brechoïde termine généralement le calcaire supérieur vers le bas, même aux sommets.

L'âge du calcaire des sommets a pu être déterminé par un fragment d'Hippurite, reconnu dans la brèche, et qui appartient visiblement au calcaire lithographique. Ainsi donc la nappe charriée s'étend du Trias au Crétacé.

Une particularité remarquable que présente la nappe plissée, c'est une surélévation en travers du chaînon, surélévation masquée par l'échancrure qui sépare les deux sommets. Cette surélévation de la nappe répond au pli O.N.O., dont il est question dans mon précédent Mémoire, et à l'émersion duquel on doit attribuer quelques lambeaux de conglomérat épars dans les horizons supérieurs du flysch : le conglomérat ne tenant aucun des éléments de la nappe, le pli O.N.O. serait antérieur au charriage. Quant à l'échancrure, elle serait due à la déviation des plis plus récents N.N.O. contre le pli O.N.O., déviation qui provoqua la fracture des plis et leur démantèlement, au point qu'à l'échancrure il ne reste de la nappe reployée que la moitié inférieure, dans laquelle on reconnaît la stratification N.N.O. déviée vers le N.O. Cependant, au Sud-Est de cette partie transversale surélevée, on reconnaît la direction O.N.O., qui passe à l'E.O., l'E.N.E. et

le N.E. Ceci n'a pas lieu de nous étonner. En effet, nous savons par le Mémoire précédent que le pli O.N.O. nummulitique a été précédé par un pli crétacé N.E.; contre ce dernier le premier a dû se dévier en prenant les directions intermédiaires ci-dessus, et la nappe a dû se mouler sur ces directions diverses, qui prennent de l'importance aussi bien sur le sommet Sud que sur les lambeaux lithographiques de l'Est. C'est à cette circonstance qu'est due ici la concordance apparente entre la nappe et son substratum.

Le charriage que nous venons de reconnaître au mont Ithome se retrouve à l'est de Kalamae dans un effondrement où la nappe a été conservée; cela est très net entre Giannitza et Chanakia, quoique ici Philippson ne signale que du flysch. La nappe repose encore sur du flysch argileux, avec calcaire à Nummulites. Le calcaire nummulitique paraît souvent érodé, ce qui n'a pas lieu de nous étonner, car il a fourni les éléments au conglomérat dont il a été question plus haut. A l'est de Kalamae la nappe n'est pas renversée, mais présente de simples ondulations N.E., O.N.O. et N.N.O. et des déviations de l'une à l'autre, ce qui trahit en profondeur les plissements N.E., O.N.O. et N.N.O., tels que nous les avons reconnus plus intenses au mont Ithome.

MÉTÉOROLOGIE. — *Le premier crépuscule du matin et le second crépuscule du soir.* Note de M. **E. Durand-Gréville**, présentée par M. Deslandres.

Depuis plus d'un siècle on a signalé certains phénomènes d'éclairement crépusculaire qui ne se produisent jamais pendant le quart d'heure qui précède le lever ou qui suit le coucher astronomique. Tels sont : la *recoloration des Alpes* après le coucher; les *rayons crépusculaires* divergeant à partir de l'Ouest ou de l'Est; les *taches pourpres* de l'Est et de l'Ouest; les crépuscules consécutifs aux éruptions de volcans; le *second rayon* de Syrie, d'Égypte, de l'Inde, etc. (1).

---

(1) H.-B. de Saussure, *Voyage dans les Alpes*, t. II, 1786, § 1113. — L.-A. Necker (de Saussure), *Sur une espèce particulière de rayons divergents qui ne se manifestent que longtemps après le coucher du Soleil* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. LXX, p. 113 et 226). — A. Bravais, *Observations sur les phénomènes crépusculaires* (*Ann. de la Soc. mét. de France*, 1850, p. 185). — Dr R. Wolf, *Beobachtungen über das Alpenglühen* (*Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft*, Bern, 1853). — Dr A. Heim, *Lichterscheinungen der Atmosphäre im Gebirge* (*Jahrbuch des Schweizer-Alpen-Club*, n° 5, 1868-1869). — Dr G. Hellmann, *Beobachtungen*

La plupart de ces phénomènes ont été savamment étudiés. Mais une explication d'ensemble manquait; nous croyons l'avoir trouvée grâce à l'observation de certains faits moins frappants, par suite jusqu'à présent méconnus.

Nos premières observations furent faites du haut d'une terrasse à Banyuls (Pyrénées-Orientales), en février 1896. Voici ce que nous avons vu :

Aussitôt que le Soleil disparut derrière les Pyrénées, l'ombre gris bleu de la Terre se projeta sur les brumes de l'horizon Est de la mer; plus d'une demi-heure après, apparut au-dessous de la bande sombre une bande claire, suivie plus tard d'une seconde bande sombre. La bande inférieure s'élargit progressivement, refoulant les deux autres.

Le retard de l'apparition de la bande claire par rapport au coucher apparent était précisément le même, en moyenne, que celui de la *recoloration* des montagnes en Suisse. On avait proposé, parmi les causes possibles de la *recoloration*, l'incurvation des rayons solaires dans l'air refroidi des vallées. Nous nous demandâmes si le versant ouest du massif pyrénéen ne suffisait pas, à lui seul, à produire un effet analogue. Cette explication serait la bonne si le phénomène ne se produisait plus dans un pays de plaine.

Pendant le cours de cette année, certaines contingences nous interdirent toute observation. A Menton, en février et mars 1897, nous retrouvâmes les mêmes phénomènes qu'à Banyuls, avec les mêmes intervalles de temps. Nos premières observations de plaine eurent lieu presque tous les jours, du 18 avril au 10 novembre 1897, à Angers, Saint-Malo et Jersey. Elles furent aussitôt décisives : les trois bandes, dont une claire intermédiaire, se produisent tous les soirs en plaine, avec cette seule différence que la bande claire apparaît après la bande sombre notablement plus tôt en plaine qu'en montagne. Nous avons depuis lors vu la même chose à toutes les latitudes comprises entre Rome et Stockholm, et M. Arctowsky a vu les deux premières bandes sous le cercle antarctique : il aurait certainement vu la troisième, si le Soleil était descendu plus bas sous l'horizon. Le phénomène est donc général; son explication ne doit plus être cherchée dans le refroidissement de l'air des vallées. Il faut bien admettre que, tous les jours,

---

über die Dämmerung (*Meteor. Zeit.*, t. XIX, 1884, p. 57 et 162). — Dr A. Riggenbach, *Beobachtungen über die Dämmerung, insbesondere über das Purpurlicht und seine Beziehungen zum Bishop'schen Sonnenring*, 1886. — H. Dufour, *Observations sur le phénomène de la recoloration des Alpes après le coucher du Soleil* (*Archives des Sciences physiques et naturelles*, 1896).

15 à 20 minutes après le coucher, à toutes les latitudes, un faisceau lumineux pénètre dans le cône d'ombre terrestre, allant éclairer les brumes situées à l'horizon Est de l'observateur.

Les mêmes phénomènes se produisent le matin, pendant l'aube, à des heures sensiblement symétriques par rapport au milieu du jour. Nos observations du matin sont moins nombreuses, mais tout aussi précises.

Cette remarque nécessaire étant faite, revenons au soir. L'observation des brumes, si précieuse qu'elle soit, n'aurait pas permis de suivre facilement la marche du faisceau. Nous y avons joint celle, déjà connue, des rayons crépusculaires et celle, complètement négligée, des nuages : cirrus, de 9^{km} d'altitude; cumulus, parfois plus hauts que le mont Blanc.

Le 17 juillet 1898, à Angers, nous avons vu, 43 minutes après le coucher, des rayons roses qui, traversant le zénith, convergeaient à l'Est audessus de l'horizon et faisaient de même à l'Ouest, à moins de 2°45′ au-dessous de l'horizon, c'est-à-dire à 3° au moins au-dessus de la position du Soleil. C'est là une preuve décisive de la brisure des rayons solaires pénétrant dans le cône d'ombre. Ce faisceau lumineux ne descend jamais jusqu'à la surface terrestre : les observations de M. H. Dufour sur les montagnes, puis les nôtres sur les nuages, ont donné 1600^{m} comme minimum d'abaissement.

Le sommet de l'angle d'ombre que limitent le faisceau lumineux et le rayon solaire tangent à la surface terrestre est au-dessus de la région des cirrus, car ceux-ci, près de l'horizon Est, entrent dans l'ombre quelque temps après le coucher. Mais ce sommet n'est pas beaucoup plus haut : en effet, 15 à 20 minutes après le coucher, les cirrus les plus voisins de l'Est s'éclairent de nouveau. L'extinction successive, de l'Est à l'Ouest, de tous les nuages du ciel s'accompagne donc, à bref délai, d'un *second éclairement* successif de tous les nuages, de l'Est à l'Ouest; puis vient la *seconde extinction*, toujours à partir de l'Est. Ces faits s'expliquent par le passage successif, sur chaque nuage, des rayons solaires directs, de l'angle d'ombre, du faisceau crépusculaire et enfin du cône d'ombre.

L'origine du faisceau crépusculaire doit être sans doute cherchée dans la couche d'inversion de température dont M. Teisserenc de Bort a prouvé l'existence vers 12^{km} à 14^{km} d'altitude.

Ces phénomènes se produisant partout où le Soleil se lève ou se couche, il faut admettre l'existence permanente d'un conoïde lumineux dont les génératrices pénètrent tout autour du globe dans le cône d'ombre terrestre.

M. Dr **Grosclaude** adresse une Note intitulée : *Propulseur à hélice pour ballons dirigeables*.

M. **Gabriel Voisin** adresse une *Note sur l'aéroplane Voisin, expérimenté par MM. Farman et Delagrange*.

(Ces deux Notes sont renvoyées à la Commission d'Aéronautique.)

La séance est levée à 3 heures et quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 juillet 1908.

Mémoire sur l'ellipticité du géoïde dans le tunnel du Simplon, par M. Marcel Brillouin. (Extr. des *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences de l'Institut de France*, t. XXXIII, n° 3.) Paris, Imprimerie nationale, 1908; 1 vol. in-4°.

Leçons sur les fonctions définies par les équations différentielles du premier ordre, professées au Collège de France, par Pierre Boutroux; avec une Note de M. Paul Painlevé. Paris, Gauthier-Villars, 1908. (Présenté par M. Painlevé.)

Mémoires de la Société géologique de France: Paléontologie; t. XV, fasc. 3 et 4; t. XVI, fasc. 1. Paris, 1908; 2 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société géologique de France; 4e série, t. VII, fasc. 9; t. VIII, fasc. 1 et 2. Paris, 1908; 2 fasc. in-8°.

Address delivered at the anniversary meeting of the Geological Society of London, on the 21st of february 1908; prefaced by the announcement of the award of the Wollaston medal, the Murchison medal and the Lyell medal for the same year, by sir Archibald Geikie. Londres, 1908; 1 fasc. in-8°.

Verhandlungen der österreichischen Kommission für die internationale Erdmessung. Protokolle über die am 29. *Dezember* 1906 *und am* 26. *März* 1907 *abgehalten Sitzungen*. Vienne, 1907; 1 fasc. in-8°.

Onoranze al prof. Alfonso Sella, 25 settembre 1865-25 novembre 1907. Rome 1908; 1 fasc. in-8°.

Su la genesi e fine del nostro geoide, pel Dr Leonardo Ricciardi. Naples, 1908; 1 fasc. in-8°.

Rationalität von Potenzsummen; Beweis des Fermatschen Satzes, von ADOLF LUDWIG und L. WETAVSKY. (Extr. des *Mitteilungen über Gegenstände des Artillerie und Geniewesen;* année 1908, fasc. 4.) 1 fasc. in-8°.

Physique de la gravitation universelle basée sur l'action exclusive des forces Maxwell-Bartoli, par THOMAS TOMMASINA; suite, 2e-4e Notes. Genève, 1908; 1 fasc. in-8°.

Catalogue photographique du Ciel. Zone de Helsingfors, entre + 39° *et* + 47°, publiée par ANDERS DONNER; 1re série : *Coordonnées rectilignes et équatoriales;* t. III : *Clichés de* 6^h^ *à* 9^h^. Helsingfors, 1908; 1 vol. in-4°.

Department of Commerce and Labor. *Bulletin of the Bureau of Fisheries;* t. XXVI, 1906. Washington, Government Printing Office, 1907; 1 vol. in-4°.

Tables of hourly direction and velocity of the currents and time of slack water in the Bay of Fundy and its approaches as far as Cape Sable, by W. BELL DAWSON. Ottawa, 1908; 1 fasc. in-8°.

Sur les phénomènes de vie apparente observés dans les émulsions de carbonate de chaux dans la silice gélatineuse, par A.-L. HERRERA. Mexico, 1908; 1 fasc. in-8°.

Le lettere del medico Francesco Petrolini ad Ulisse Aldrovandi e Filippo Teodosio, pub. per G.-B. DE TONI. Padoue, 1908; 1 fasc. in-8°.

Di uno strano fenomeno vegetale e della pioggia nell' aprile 1908; Nota del prof. IGNAZIO GALLI. (Extr. des *Atti della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei*, année LXI, 1908.) 1 fasc. in-4°.

Invernada de las orugas de Morpho Catnarius (Perry), por ANGEL GALLARDO. Buenos-Ayres, 1908; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 13 juillet 1908.)

Note de M. *Rosenstiehl*, Du rôle de la fermentation de l'acide malique dans la vinification :

Page 150, lignes 18, 20, et page 152, lignes 10 et 30, *au lieu de* Moenlinger *lisez* Moesslinger.

Page 151, ligne 3, *au lieu de* eaux *lisez* vases.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 AOUT 1908.

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LEVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Messieurs,

Le hasard, en me procurant l'honneur de présider cette séance, m'impose la douloureuse obligation d'avoir à vous annoncer la mort de notre cher confrère Alfred Giard. Je ne saurais malheureusement prétendre à vous rappeler, même de loin, son œuvre scientifique. Elle vous sera présentée plus tard avec les développements dont elle est si digne, par son futur successeur. Mais, sans être naturaliste, chacun de nous a pu apprécier l'étendue de sa culture et la hauteur de vues qu'il apportait en toutes choses. C'est par là que se distinguent ses travaux et son enseignement.

Entré à l'École normale en 1867, il a pris, dès 1869 et en une seule année, les trois licences ès sciences mathématiques, ès sciences physiques et ès sciences naturelles. En 1872, il conquit le doctorat ès sciences naturelles qui répondait à sa vocation et décida de sa carrière.

Après quelques fonctions remplies dans l'enseignement supérieur il fut, en 1880, appelé à la chaire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Lille.

Il était bien fait pour l'enseignement supérieur et non pour la simple pédagogie :

« Il n'y a pas, disait-il, de pédagogie dans l'enseignement supérieur, ou plutôt toute pédagogie consiste dans l'exemple du maître travaillant sous

les yeux de ses élèves et les initiant aux efforts de sa pensée créatrice sans leur rien cacher de ses prévisions, de ses doutes, voire même de ses défaillances. »

Ce sont là les paroles d'un vrai maître. Joseph Bertrand n'eût dit ni mieux, ni autre chose.

Dans l'historique des luttes soutenues pour le transformisme en France où pourtant il est né par le génie de Lamarck, on trouve le passage suivant :

« Les jeunes générations d'étudiants sont trop habituées à une besogne dosée et soigneusement préparée pour une assimilation facile. Elles ont, peu à peu, perdu de vue la nécessité de l'effort personnel sans lequel on peut former peut-être des érudits, mais non des hommes capables de faire avancer la Science. Il m'a semblé que nos futurs embryologistes trouveront un exemple et un encouragement dans le récit des luttes qu'ont dû soutenir leurs devanciers. Les erreurs même commises par leurs maîtres ne peuvent qu'être d'utiles leçons. »

C'est pourquoi dès sa prise de possession de la chaire de Zoologie à la Faculté de Lille, il crut bon de commencer son enseignement par un exposé des idées si fécondes du transformisme et de la conception purement mécanique de la nature.

Aussi, lorsqu'en 1888 le Conseil municipal de Paris eut décidé la création d'un cours d'Évolution des êtres organisés, M. Giard réunit-il toutes les voix des professeurs de la Sorbonne où le nouvel enseignement devait être donné.

Là, il a pu répandre dans la jeunesse française la connaissance des grands principes introduits dans la Science par Lamarck et Darwin et qui étaient destinés à avoir une si grande répercussion sur l'esprit humain et la conscience humaine.

La tâche était délicate en raison des contacts d'un enseignement de cette nature avec les dévotions de chaque membre de l'auditoire auquel il s'adresse.

M. Giard a pu la remplir avec la parfaite correction de langage nécessaire pour ne froisser personne et rester strictement dans le domaine de la Science expérimentale et de l'observation.

La mort de ce maître est une perte inestimable pour la Science, l'Académie et l'Enseignement.

Je lève la séance en marque de deuil.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur un problème relatif à la théorie des systèmes orthogonaux et à la méthode du trièdre mobile.* Note de M. GASTON DARBOUX.

3. En exprimant d'abord que les relations (15) sont vérifiées, on a des relations telles que les suivantes,

$$(18)\quad \frac{\partial^2 \log W}{\partial\rho\,\partial\rho_1} = -\frac{a_2 b_2}{W^2}, \qquad a_1 a_2 + b\frac{\partial W}{\partial\rho} = b' W, \qquad b_1 b_2 + a\frac{\partial W}{\partial\rho} = a' W,$$

et toutes celles qu'on en déduit par des permutations circulaires. Si nous utilisons les relations entre les cosinus, telles que les suivantes,

$$Y_2 = ZX_1 - XZ_1, \qquad Z_1 = YX_2 - XY_2,$$

il vient encore

$$a_1 a_2 + b\frac{\partial W}{\partial\rho} = aW, \qquad b_1 b_2 + a\frac{\partial W}{\partial\rho} = bW;$$

d'où, en comparant aux équations (18), on déduit

$$b' = a, \qquad a' = b,$$

ce qui donne

$$b'' = b, \qquad a'' = a.$$

On aura de même

$$b'_1 = a_1, \qquad a'_1 = b_1, \qquad b''_1 = b_1, \qquad a''_1 = a_1,$$
$$b'_2 = a_2, \qquad a'_2 = b_2, \qquad b''_2 = b_2, \qquad a''_2 = a_2.$$

Ces relations permettent de faire disparaître entièrement les fonctions b et de remplacer le Tableau (17) par le suivant :

$$(19)\quad \begin{cases} X = -\dfrac{1}{W}\dfrac{\partial W}{\partial\rho}, & X_1 = \dfrac{a_2}{W}, & X_2 = \dfrac{a'_1}{W}, \\[2ex] Y = \dfrac{a'_2}{W}, & Y_1 = -\dfrac{1}{W}\dfrac{\partial W}{\partial\rho_1}, & Y_2 = \dfrac{a}{W}, \\[2ex] Z = \dfrac{a_1}{W}, & Z_1 = \dfrac{a'}{W}, & Z_2 = -\dfrac{1}{W}\dfrac{\partial W}{\partial\rho_2}, \end{cases}$$

la fonction W satisfaisant à des relations telles que les suivantes :

$$(20)\quad \frac{\partial^2 \log W}{\partial\rho\,\partial\rho_1} = -\frac{a_1 a'_2}{W^2}, \qquad a_1 a_2 + a'\frac{\partial W}{\partial\rho} = aW, \qquad a'_1 a'_2 + a\frac{\partial W}{\partial\rho} = a' W,$$

et toutes celles qu'on en déduit par des permutations circulaires.

Quant aux fonctions a_i, elles sont assujetties à vérifier les équations différentielles

(21) $$a'' = a, \qquad a_1'' = a_1, \qquad a_2'' = a_2.$$

Mais ces relations ne sont pas les seules auxquelles elles doivent satisfaire. Les formules

$$X^2 + X_1^2 + X_2^2 = 1, \qquad X^2 + Y^2 + Z^2 = 1$$

nous conduisent à de nouvelles conditions, à la fois pour la fonction W et pour les fonctions a_i :

$$\left(\frac{\partial W}{\partial \rho}\right)^2 + a_2^2 + a_1'^2 = W^2, \qquad \left(\frac{\partial W}{\partial \rho}\right)^2 + a_1^2 + a_2'^2 = W^2.$$

La comparaison nous donne

$$a_1^2 + a_2'^2 = a_2^2 + a_1'^2,$$

ce qui entraîne les nouvelles relations

(22) $$a_2^2 - a_2'^2 = a_1^2 - a_1'^2 = a^2 - a'^2 = h^2,$$

où h^2 sera nécessairement une constante positive, nulle ou négative.

Ainsi on pourra joindre aux équations (16) et (20) la suivante :

(23) $$\left(\frac{\partial W}{\partial \rho}\right)^2 + a_1^2 + a_2^2 + h^2 = W^2,$$

qui contribuera à déterminer W.

Si h n'est pas nulle, l'élimination de $\frac{\partial W}{\partial \rho}$ entre les deux dernières équations (20) nous donne pour W la valeur très symétrique

(24) $$h^2 W = a a_1 a_2 - a' a_1' a_2'.$$

Si h est nulle, les équations (22) nous donnent

$$a = \pm a', \qquad a_1 = \pm a_1', \qquad a_2 = \pm a_2',$$

les signes étant réglés par la condition (24), qui donne ici

$$a a_1 a_2 = a_1' a' a_2'.$$

Pour avoir W, il faudra éliminer $\frac{\partial W}{\partial \rho}$ entre la dernière équation (20) et l'équation (23), ce qui donnera

(25) $$W = \frac{a_1 a_2}{2a} + \frac{a a_2}{2a_1} + \frac{a a_1}{2a_2}.$$

Pour ce qui concerne la détermination des fonctions a_i, il faut distinguer suivant les valeurs de h. Si h^2 est positive, on pourra prendre

$$(26) \qquad a_k = \frac{h}{2}(e^{\rho_k} + e^{-\rho_k}), \qquad a_k = \frac{h}{2}(e^{\rho_k} - e^{-\rho_k});$$

si h^2 est négative, on aura

$$(26)' \qquad a_k = \frac{hi}{2}(e^{\rho_k} - e^{-\rho_k}), \qquad a' = \frac{hi}{2}(e^{\rho_k} + e^{-\rho_k}).$$

Enfin, si h est nulle, on pourra prendre

$$(27) \qquad a_k = e^{\rho_k}, \qquad a_k = e^{\rho_k}.$$

Au reste, nous n'avons pas besoin de ces expressions et nous nous bornerons à utiliser les relations données plus haut entre les fonctions a_i et leurs dérivées.

On vérifiera aisément que la valeur de W relative au cas où h est nulle est la limite, quand h tend vers zéro, de la valeur de W relative au cas général.

4. Il reste maintenant à déterminer le système orthogonal. Cette détermination se fait élégamment comme il suit : Remarquons que, d'après les formules (19) et les relations (20), on a

$$a_1 Y - a_2 Z = 0,$$

$$a_2 Z - a X = \frac{a_1 a_2 + a' \dfrac{\partial W}{\partial \rho}}{W} = a,$$

$$a X - a_1 Y = -\frac{a \dfrac{\partial W}{\partial \rho} + a_1 a'_2}{W} = -a'.$$

Si l'on remplace les cosinus par leurs expressions $\frac{\partial x}{H\,\partial \rho}$, $\frac{\partial y}{H\,\partial \rho}$, $\frac{\partial z}{H\,\partial \rho}$, il viendra

$$(28) \qquad \begin{cases} \dfrac{\partial}{\partial \rho}(a_1 y - a'_2 z) = 0, \\ \dfrac{\partial}{\partial \rho}(a_2 z - a' x) = -a(x - H), \\ \dfrac{\partial}{\partial \rho}(a x - a_1 y) = a'(x - H). \end{cases}$$

En faisant des permutations circulaires sur la première de ces équations,

on obtient les deux suivantes :

$$\frac{\partial}{\partial \rho_1}(a_2 z - a' x) = 0, \qquad \frac{\partial}{\partial \rho_2}(a x - a'_1 y) = 0.$$

Différentions respectivement par rapport à ρ_1 et à ρ_2 les deux dernières équations (28). Si l'on tient compte des précédentes, il viendra

$$(29) \qquad \frac{\partial(x - H)}{\partial \rho_1} = 0, \qquad \frac{\partial(x - H)}{\partial \rho_2} = 0,$$

$x - H$ sera donc une fonction de ρ, que, pour la commodité des calculs ultérieurs, nous mettrons sous la forme $\theta(\rho) - \theta''(\rho)$

Écrivons donc, en introduisant de même des fonctions $\theta_1(\rho_1)$, $\theta_2(\rho_2)$,

$$(30) \qquad \left\{ \begin{aligned} x - H &= \theta - \theta'', \\ y - H_1 &= \theta_1 - \theta''_1, \\ z - H_2 &= \theta_2 - \theta''_2, \end{aligned} \right.$$

ce qui donnera, par des permutations circulaires effectuées sur les équations (28),

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial \rho}(a_1 y - a'_2 z) &= 0, \\ \frac{\partial}{\partial \rho_1}(a_1 y - a'_2 z) &= \quad a'_1(\theta_1 - \theta''_1), \\ \frac{\partial}{\partial \rho_2}(a_1 y - a'_2 z) &= - a_2(\theta_2 - \theta''_2). \end{aligned}$$

L'intégration est immédiate et nous donne

$$(31) \qquad a_1 y - a'_2 z = a_1 \theta_1 - a_1 \theta'_1 + a_2 \theta'_2 - a'_2 \theta_2 + C,$$

C désignant une constante. On aura de même, par des permutations,

$$(32) \qquad \left\{ \begin{aligned} a_2 z - a' x &= a_2 \theta_2 - a'_2 \theta'_2 + a\ \theta' - a'\ \theta\ + C_1, \\ a x - a'_1 y &= a \theta\ - a'\ \theta' + a_1 \theta'_1 - a'_1 \theta_1 + C_2. \end{aligned} \right.$$

Mais les fonctions θ_i n'ayant été introduites que par les combinaisons $\theta_i - \theta''_i$ ne sont pas pleinement déterminées. Il est clair qu'on peut ajouter à θ_i l'expression $A_i a_i + B_i a'_i$ où A_i et B_i désignent des constantes. En faisant cette opération, on verra qu'on peut remplacer

C	par	$C + (A_1 + B_2) h^2$,
C_1	par	$C_1 + (A_2 + B\ ) h^2$,
C_2	par	$C_2 + (A\ + B_1) h^2$.

On pourra donc disposer de A_i, B_i de manière à faire disparaître les constantes C, C_1, C_2.

Notre raisonnement suppose, il est vrai, que h est différente de zéro, mais nous avons déjà vu qu'on peut rattacher le cas où h est nulle au cas général, par le passage à la limite.

D'après cela, les équations (31) et (32) sont réductibles à la forme plus simple

$$(33)\qquad \left\{\begin{aligned} a_1(y-\theta_1)-a_2(z-\theta_2)&=a_2\theta'_2-a_1\theta'_1,\\ a_2(z-\theta_2)-a'(x-\theta)&=a\,\theta'-a'_2\theta'_2,\\ a\,(x-\theta)-a'_1(y-\theta_1)&=a_1\theta'_1-a'\theta'.\end{aligned}\right.$$

En les résolvant, on aura

$$(34)\qquad \left\{\begin{aligned} x-\theta&=-\theta'\frac{\partial\log W}{\partial\rho}+\theta'_1\frac{a_2}{W}+\theta'_2\frac{a'_1}{W},\\ y-\theta_1&=\theta'\frac{a'_2}{W}-\theta'_1\frac{\partial\log W}{\partial\rho_1}+\theta'_2\frac{a}{W},\\ z-\theta_2&=\theta'\frac{a_1}{W}+\theta'_1\frac{a'}{W}-\theta'_2\frac{\partial\log W}{\partial\rho_2}\end{aligned}\right.$$

ou, sous une forme plus élégante,

$$(35)\qquad \left\{\begin{aligned} x&=\theta+\theta'X+\theta'_1X_1+\theta'_2X_2,\\ y&=\theta_1+\theta'Y+\theta'_1Y_1+\theta'_2Y_2,\\ z&=\theta_2+\theta'Z+\theta'_1Z_1+\theta'_2Z_2.\end{aligned}\right.$$

Les valeurs correspondantes de H, H_1, H_2, données par les équations (30), seront

$$(36)\qquad \left\{\begin{aligned} H&=\theta''+\theta'X+\theta'_1X_1+\theta'_2X_2,\\ H_1&=\theta''_1+\theta'Y+\theta'_1Y_1+\theta'_2Y_2,\\ H_2&=\theta''_2+\theta'Z+\theta'_1Z_1+\theta'_2Z_2.\end{aligned}\right.$$

A ces expressions nous aurons besoin de joindre celles des coordonnées de l'origine par rapport au trièdre (T), c'est-à-dire les distances de cette origine aux plans tangents des surfaces coordonnées.

Ces distances P, P_1, P_2, données par les relations déjà signalées

$$(37)\qquad P_i=X_ix+Y_iy+Z_iz,$$

se déduisent sans difficulté des formules (35) et des relations entre les neuf cosinus. On a ici

$$(38)\qquad \left\{\begin{aligned} P&=\theta'+\theta X+\theta_1Y+\theta_2Z,\\ P_1&=\theta'_1+\theta X_1+\theta_1Y_1+\theta_2Z_1,\\ P_2&=\theta'_2+\theta X_2+\theta_1Y_2+\theta_2Z_2.\end{aligned}\right.$$

PHILOSOPHIE DES SCIENCES. — *Complément à une précédente Note, sur la manière dont les changements de grandeur des deux droites joignant le Soleil et une planète à la Terre sont liés à leurs changements de direction, quand la planète se meut dans le plan de l'écliptique.* Note de **M. J. Boussinesq.**

I. A première vue, le problème dont il s'agit ici, et que j'ai abordé dans la séance du 27 juillet (*Comptes rendus*, p. 223), paraît devenir beaucoup plus compliqué, quand le plan de l'orbite de la planète se confond avec celui de l'orbite terrestre, que lorsqu'il en est distinct. Car si l'on considère, en général, les deux positions O, O_1 de l'observateur terrestre aux deux époques consécutives t, $t+T$ où la planète occupe un même point P de son orbite, les deux rayons vecteurs SO, SO_1, ou D, D_1, de l'orbite terrestre, à cosinus directeurs connus (A, B, C), (A_1, B_1, C_1), et les deux rayons vecteurs géocentriques correspondants δ, δ_1 de la planète, à cosinus directeurs (α, β, γ), (α_1, β_1, γ_1) également donnés, sont liés par les trois équations linéaires homogènes

$$(1)\qquad \begin{cases} AD+\alpha\delta-A_1D_1-\alpha_1\delta_1=0,\\ BD+\beta\delta-B_1D_1-\beta_1\delta_1=0,\\ CD+\gamma\delta-C_1D_1-\gamma_1\delta_1=0,\end{cases}$$

suffisantes pour déterminer les rapports mutuels de D, D_1, δ et δ_1, *tant qu'elles restent distinctes*. Mais lorsque ces trois équations sont réduites aux deux premières, par l'hypothèse de mouvements effectués dans le plan unique des xy ou annulant les troisièmes cosinus directeurs C, C_1, γ, γ_1, elles ne déterminent plus le rapport $\frac{D_1}{D}$; et l'on a vu dans ma précédente Note qu'il devient alors nécessaire de considérer aussi, non seulement la troisième position O_2 de la Terre, à l'époque $t+2T$ où la planète se retrouve encore en P et où les rayons vecteurs respectifs sont D_2, δ_2, à cosinus directeurs observés (A_2, B_2), (α_2, β_2), mais même une seconde position P' de la planète, aux époques

$$t+T',\quad t+2T+T',\quad t+3T+T',$$

où l'observateur terrestre est revenu aux points O, O_1, O_2. La détermination relative du second rayon vecteur D_1, c'est-à-dire l'évaluation du rapport $\frac{D_1}{D}$, exige donc la mise en œuvre de bien plus d'éléments.

Néanmoins, un examen un peu attentif de la question montre que les calculs n'en sont pas, pour cela, rendus plus longs que dans le cas de l'espace, tant s'en faut : et comme on détermine du coup les deux rapports $\frac{D_1}{D}$, $\frac{D_2}{D}$, au lieu du rapport *unique* $\frac{D_1}{D}$, le travail marche, rien que de ce chef, deux fois environ plus vite ; en sorte qu'il y a, de toute manière, simplification et non complication des opérations à effectuer, quand on passe du cas de l'espace au cas du plan.

II. Ne nous occupant d'abord que des situations O, O_1, O_2 de la Terre et P de la planète, appelons a, b, c les trois angles (compris entre $-\pi$ et π) que font dans le plan, avec les x positifs, les trois droites respectives D, D_1, D_2 émanées du Soleil S (pris pour origine) ; et soient e, f, g les trois angles analogues, pour les droites correspondantes δ, δ_1, δ_2 joignant la Terre à la planète. Les deux premières équations (1) seront

$$(2)\qquad \begin{cases} D\cos a - D_1\cos b + \delta\cos e - \delta_1\cos f = 0, \\ D\sin a - D_1\sin b + \delta\sin e - \delta_1\sin f = 0; \end{cases}$$

et l'on aura de même

$$(3)\qquad \begin{cases} D_1\cos b - D_2\cos c + \delta_1\cos f - \delta_2\cos g = 0, \\ D_1\sin b - D_2\sin c + \delta_1\sin f - \delta_2\sin g = 0. \end{cases}$$

Éliminons δ entre les équations (2) et δ_2 entre les équations (3). Il vient

$$D\sin(a-e) - D_1\sin(b-e) + \delta_1\sin(e-f) = 0,$$
$$D_2\sin(c-g) - D_1\sin(b-g) - \delta_1\sin(f-g) = 0,$$

et l'élimination de δ_1 entre celles-ci donne enfin

$$(4)\qquad \begin{cases} D\sin(a-e)\sin(f-g) + D_2\sin(c-g)\sin(e-f) \\ \qquad - D_1[\sin(b-e)\sin(f-g) + \sin(b-g)\sin(e-f)] = 0. \end{cases}$$

Or, les deux identités presque évidentes

$$\cos e\sin(f-g) + \cos f\sin(g-e) + \cos g\sin(e-f) = 0,$$
$$\sin e\sin(f-g) + \sin f\sin(g-e) + \sin g\sin(e-f) = 0,$$

multipliées respectivement par $\sin b$, $-\cos b$ et ajoutées, donnent

$$\sin(b-e)\sin(f-g) + \sin(b-f)\sin(g-e) + \sin(b-g)\sin(e-f) = 0,$$

formule d'où résulte une réduction immédiate du coefficient total de D_1 dans (4).

En définitive, l'élimination de δ, δ_1 et δ_2 entre (2) et (3) conduit, pour les inconnues D, D_1 et D_2, à la relation linéaire, homogène et très symétrique,

$$(5)\quad \left\{\begin{aligned} &D\sin(a-e)\sin(f-g)\\ &\quad + D_1\sin(b-f)\sin(g-e) + D_2\sin(c-g)\sin(e-f) = 0. \end{aligned}\right.$$

III. Considérons maintenant les trois mêmes positions O, O_1, O_2 de la Terre, mais la nouvelle situation P′ de la planète; et soient e', f', g' les azimuts, analogues à e, f, g, des trois rayons géocentriques correspondants δ', δ'_1, δ'_2 de la planète. On aura entre D, D_1 et D_2, pareillement à (5),

$$(6)\quad \left\{\begin{aligned} &D\sin(a-e')\sin(f'-g')\\ &\quad + D_1\sin(b-f')\sin(g'-e') + D_2\sin(c-g')\sin(e'-f') = 0. \end{aligned}\right.$$

Les rapports mutuels cherchés de D, D_1, D_2 résulteront évidemment des deux équations linéaires et homogènes (5), (6).

Or, dans le cas de l'espace, l'élimination de δ_1 entre les trois équations (1) fournirait précisément, pour D, D_1 et δ, deux équations analogues à (5) et à (6), c'est-à-dire de la forme

$$(7)\qquad LD + MD_1 + N\delta = 0,\qquad L'D + M'D_1 + N'\delta = 0,$$

ou donnant

$$(8)\qquad \frac{D}{MN'-NM'} = \frac{D_1}{NL'-LN'} = \frac{\delta}{LM'-ML'},$$

et dans lesquelles les coefficients L, M, N, L′, M′, N′, exprimés au moyen d'angles commodes, présenteraient beaucoup plus de complication que les coefficients de D, D_1, D_2 dans les précédentes (5), (6).

IV. Fixons par exemple, la direction de D au moyen d'un *azimut* θ et d'une *hauteur* (angulaire) λ, telles qu'on ait

$$(9)\qquad A = \cos\lambda\cos\theta,\qquad B = \cos\lambda\sin\theta,\qquad C = \sin\lambda;$$

et soient, respectivement, (θ_1, λ_1), (ψ, φ), (ψ_1, φ_1) les coordonnées angulaires analogues de D_1, δ, δ_1, donnant

$$(10)\quad \left\{\begin{aligned} &A_1 = \cos\lambda_1\cos\theta_1, && B_1 = \cos\lambda_1\sin\theta_1, && C_1 = \sin\lambda_1,\\ &\alpha = \cos\varphi\cos\psi, && \beta = \cos\varphi\sin\psi, && \gamma = \sin\varphi,\\ &\alpha_1 = \cos\varphi_1\cos\psi_1, && \beta_1 = \cos\varphi_1\sin\psi_1, && \gamma_1 = \sin\varphi_1. \end{aligned}\right.$$

Il viendra, vu les équations (1) d'où l'on part et entre lesquelles on élimine δ_1 pour avoir (7),

$$(11)\qquad \begin{cases} L = A\gamma_1 - C\alpha_1, & M = C_1\alpha_1 - A_1\gamma_1, & N = \alpha\gamma_1 - \gamma\alpha_1, \\ L' = B\gamma_1 - C\beta_1, & M' = C_1\beta_1 - B_1\gamma_1, & N' = \beta\gamma_1 - \gamma\beta_1. \end{cases}$$

Chacun de ces coefficients sera donc, d'après (9) et (10), la différence de deux produits de trois facteurs sinus ou cosinus indépendants, tandis que les coefficients de D, D_1, D_2 dans les équations (5) et (6) sont seulement des produits de deux sinus.

Ainsi, les calculs effectifs comporteraient beaucoup plus de longueur dans le cas de l'espace, malgré l'extrême simplicité qu'affecte alors le point de départ des raisonnements.

V. Remarquons, en terminant, l'étroite analogie ou, pour mieux dire, l'identité de la question traitée avec un problème usuel de l'Hydrographie qu'on pourrait appeler le *problème des six points*. Il s'agissait ici, en définitive, après avoir mesuré les neuf azimuts $(-a, e, e')$, $(-b, f, f')$, $(-c, g, g')$ suivant lesquels un observateur unique, en prenant successivement les trois positions O, O_1, O_2, aura visé chaque fois trois points *fixes* S, P, P', de faire servir ces neuf angles à déterminer la forme et l'orientation de la figure plane ayant comme sommets les *six* points ainsi considérés. Or, dans le problème géodésique dont il est question, S, P, P', d'une part, deviennent trois points marquants d'une côte, tandis que, d'autre part, O, O_1, O_2 sont, en mer, trois positions d'où l'on voit ces points et où l'ingénieur hydrographe fait arriver successivement le navire ou l'embarcation qui le porte. Il y a parité complète [1].

---

[1] C'est précisément l'évidente analogie du problème géodésique des six points, duquel il avait préalablement connaissance, avec le problème astronomique dans le cas du plan, qui a suggéré à M. Poincaré son idée sur la possibilité de déterminer la grandeur relative des divers rayons vecteurs de l'orbite terrestre sans se servir des diamètres apparents du Soleil, mais en admettant la périodicité des mouvements tant pour la Terre que pour une planète. Et cette idée, qui était dès lors admissible dans le cas où l'orbite de la planète serait couchée sur l'écliptique, s'est trouvée juste aussi, on peut même dire bien moins cachée (d'après ma démonstration), dans le cas d'une orbite planétaire quelconque.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Enregistrement de la couche supérieure du calcium dans l'atmosphère solaire.* Note de MM. **H. Deslandres** et **L. d'Azambuja.**

L'un de nous a fait connaître, il y a longtemps déjà, de 1891 à 1894, le parti à tirer des raies nombreuses (brillantes et noires) du spectre solaire pour déceler et enregistrer sur le disque entier les vapeurs diverses de l'atmosphère solaire et les couches diverses de ces vapeurs ([1]). Il a préconisé et employé dans ce but des spectrographes enregistreurs ou spectro-enregistreurs qui relèvent séparément les formes et les mouvements des vapeurs; à savoir : le spectro-enregistreur des formes ou spectro-héliographe, à mouvement continu, qui donne une image monochromatique de la vapeur, et le spectro-enregistreur des vitesses, à mouvement discontinu, qui relève la vitesse radiale de la vapeur, ses formes générales, et aussi la longueur et l'intensité variables de la raie correspondante.

En même temps, l'attention était appelée sur les raies noires exceptionnelles H et K, qui sont les seules à offrir trois renversements successifs bien distincts. Leurs trois composantes $H_1 K_1$, $H_2 K_2$, $H_3 K_3$, de largeur décroissante, annoncent trois couches superposées de la même vapeur.

Or, les images de H_1 et K_1, H_2 et K_2 ont déjà été obtenues et étudiées en détails; mais l'image de la couche K_3, à cause de la faible largeur de la raie, n'a pas encore été isolée et séparée de l'image des deux autres. Nous nous sommes proposé de la rechercher et de reconnaître avec soin les formes et les mouvements dans cette couche particulièrement intéressante, qui occupe la partie supérieure de la chromosphère.

La recherche a été poursuivie dans des conditions difficiles. L'Observatoire traverse une période de transition; il se transforme, se réorganise, et doit, avec un personnel insuffisant, faire face aux multiples travaux de sa spécialité. D'autre part la persistance du mauvais temps, depuis le commencement de l'année, a apporté une gêne sérieuse. Enfin le grand sidérostat à miroir plan de 1^m, commandé en 1906, nous manque encore; le constructeur, qui devait le livrer en juillet 1907, ne sera en état de l'installer que dans les premiers mois de 1909. Il a fallu se contenter d'un cœlostat de

([1]) Voir en particulier la Note intitulée : *Images spéciales du Soleil données par les rayons simples qui correspondent aux raies noires du spectre solaire,* par Deslandres (*Comptes rendus*, t. CXIX, 1894, p. 148), et aussi une Note insérée dans l'*Astronomie* et le *Journal des spectroscopistes italiens* (décembre 1894).

fortune, organisé tant bien que mal avec de vieux instruments du passage de Vénus en 1874.

Les spectro-enregistreurs employés, déjà décrits en partie dans les Mémoires antérieurs (voir *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 1210, et *Bulletin astronomique*, 1905, p. 305 à 375, et 1907, p. 433 à 444), sont les suivants :

1° Un petit spectro-héliographe de faible dispersion, en service depuis 1893, à un seul prisme et à chambre de 1^m, qui donne à volonté l'image de la couche K_2 ou de la couche K_1 (diamètre de l'image depuis 1899, $8^{cm},5$);

2° Un spectro-enregistreur des vitesses, marqué *c* sur la figure 2 du Mémoire de 1907, avec collimateur de $0^m,80$ et chambre de $3^m,50$, employé soit avec un réseau, soit avec un train de trois prismes (diamètre de l'image, 14^{cm});

3° Un grand spectro-héliographe de forte dispersion, long de 14^m, représenté dans les figures 2 et 3 de la Note de 1906, et marqué *e* dans la figure 3 du Mémoire de 1907. Il est à trois fentes et formé de deux spectrographes qui se suivent, de manière à donner une image entière de l'astre, débarrassée de toute la lumière diffusée dans l'appareil. Le premier spectrographe, employé avec un réseau ou un train de trois grands prismes, a un collimateur de $1^m,25$ et une chambre de 7^m, munie de la seconde fente. L'image de cette fente est reprise et diminuée par le second spectrographe qui a un collimateur de 7^m, un prisme de 30° et une chambre de longueur variable ($1^m,30$ ou $2^m,60$), avec une troisième fente où se forme l'image monochromatique du Soleil, (diamètre 4^{cm} ou 8^{cm}). L'objectif astronomique de projection et la plaque photographique se meuvent séparément et simultanément, entraînés par deux vis, deux transformateurs de vitesse à galet mobile, et deux moteurs électriques synchrones. Ce dispositif, qui a été présenté comme une solution générale du spectro-héliographe, a bien fonctionné; il a l'avantage de se prêter à tous les changements, et c'est ainsi qu'on peut employer prismes ou réseaux, et des chambres finales de longueur quelconque.

De plus, comme les images du premier spectrographe de l'appareil, derrière la seconde fente, étaient pleines de détails, ce premier spectrographe a été disposé de manière à se transformer instantanément en spectro-enregistreur des vitesses. Les mouvements discontinus nécessaires sont seulement faits à la main, avec le concours de deux observateurs.

En fait l'appareil n° 3, qui est le plus puissant, a donné les résultats les plus nets et les plus probants; et nous l'avons employé le plus souvent possible, soit pour avoir de belles épreuves qui décèlent les vitesses radiales, les intensités et les largeurs de K_2 et K_3, soit pour avoir des images monochromatiques avec une très petite portion de longueur d'onde qui, dans certains cas, a été inférieure à $0^{\lambda},03$ [1]. On peut ainsi isoler la partie centrale de K_3,

---

(1) La portion de longueur d'onde calculée correspond à l'intervalle des joues de la fente au milieu de leur épaisseur. Mais l'appareil n'a pas encore toute la perfection désirable : les angles des joues ne sont pas assez vifs, et les prismes qui sont trempes donnent un peu d'astigmatisme. La portion de longueur d'onde qui passe est en réalité plus grande.

puis l'une des deux composantes de K_2 et K_1, et avoir sur la même plaque les images des trois couches séparées.

Le petit spectro-héliographe n° 1, comme la plupart des spectro-héliographes en service dans les Observatoires, isole la raie K_2 entière, c'est-à-dire les deux composantes de K_2 et la raie noire K_3 qui les sépare (largeur de la seconde fente en Ångströms, 1^A à $1^A,3$). Il donne l'image des deux couches réunies ou plutôt l'image de la couche K_2 qui, notablement plus intense, masque en général l'autre couche. D'ailleurs la couche plus haute et plus faible, K_3, comme l'a remarqué justement Hale en 1903, laisse parfois, et d'une manière assez nette, sa marque spéciale dans l'image, aux points particuliers qui sont les flocculi noirs du calcium. Hale admet comme très probable que, en ces points, la raie K_3 est ou particulièrement faible, ou agrandie aux dépens de K_2, d'où la plage relativement noire qui est observée (¹). Les épreuves nombreuses faites à Meudon avec les spectro-enregistreurs des vitesses (voir *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 382) nous permettent d'affirmer que cette explication est en général la vraie.

Ces flocculi noirs du calcium sont de deux sortes : les uns ont la forme de fils plus ou moins longs et larges, plus ou moins droits, et ont été appelés par nous *filaments*; les autres sont des plages noires ou relativement noires, assez larges, qui entourent les gros flocculi brillants reliés aux facules de la surface et aux belles taches, et que nous appellerons *anneaux faculaires* ou *circumfacules*. Ces noms nouveaux ont l'avantage de faciliter l'exposition des faits.

Les filaments noirs du calcium ont été jusqu'ici présentés brièvement, comme assez courts et assez rares, et sans autre commentaire; or, ils nous paraissent avoir une réelle importance, et nous leur avons prêté une grande attention. Nous en avons relevé un nombre relativement grand, surtout au moment du maximum des taches, sur la longue série d'épreuves de K_2 commencée en 1893 avec le spectro-héliographe n° 1. Ils sont plus apparents sur les épreuves d'un diamètre plus grand, faites depuis 1899, et lorsque la pose et le développement de l'épreuve ont été poursuivis de manière à faire ressortir les petits contrastes.

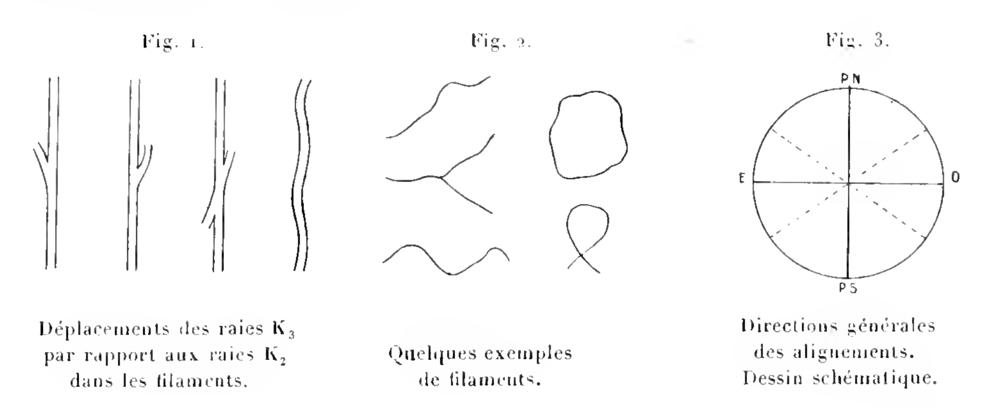
Parmi les épreuves de Meudon reproduites en héliogravure (*Mémoires de* 1905 *et* 1907), je citerai celles du 11 mars 1904, des 20 et 21 juillet 1905, qui montrent des plages circumfaculaires très nettes, et aussi de grands filaments. Sur les deux dernières, on aperçoit un filament près du pôle

(¹) Il arrive parfois aussi que, en ces points, la raie K_2 est diminuée en intensité.

nord, et un autre, double et très long, qui traverse le Soleil entier d'un bord à l'autre en côtoyant une grande facule (¹).

D'une manière générale, ces filaments apparaissent à toutes les latitudes et sont plus nets près des bords; ils durent quelquefois plusieurs jours, en subissant des changements rapides et souvent ils aboutissent du côté ouest à une facule.

Les plus nets offrent parfois de chaque côté des filaments parallèles, brillants et noirs alternativement; car il y a aussi des filaments brillants, *a priori* aussi intéressants que les noirs. L'ensemble de ces filaments parallèles fait penser aux plissements de la surface terrestre et à l'aspect de certaines chaînes de montagnes.



Déplacements des raies K_3 par rapport aux raies K_2 dans les filaments.

Quelques exemples de filaments.

Directions générales des alignements. Dessin schématique.

Enfin, ces filaments ont une autre propriété curieuse : ils sont le siège de mouvements radiaux notables, d'autant plus qu'ils sont plus noirs. Tel est, en particulier, le cas de l'un des deux filaments visibles le 24 mars dernier dans le quadrant sud-est, sur l'épreuve du petit spectro-héliographe. L'épreuve des vitesses faite le même jour par M. Burson, astronome assistant, avec le spectro-enregistreur n° 2, montre les raies K_3 fortement inclinées ou déplacées par rapport aux raies K_2, les vitesses radiales atteignant 40^{km} par seconde. Lorsque la fente du spectrographe coupe le filament dans sa longueur, la raie K_3 devient sinueuse (voir la figure 1

(¹) Ces longs filaments de juillet 1905, qui ont l'aspect de cassures ou de failles, sont relativement peu nets et peu noirs. Parmi les filaments qui sont à ce point de vue plus accentués, je citerai ceux relevés les 24, 29 et 30 mai, 30 novembre 1905, 12 avril, 26 et 27 juin, 12 au 29 juillet, 25 au 29 septembre 1906 et, en remontant plus haut, les filaments relevés du 2 au 9 avril 1894, les 16, 19, 21, 27, 28 et 30 juin, 5 juillet 1894, 16 mars 1895, 23 mars et 4 novembre 1897, 16 mars 1898, 14 décembre 1899, le 17 mars et 20 avril 1903, le 20 octobre, les 12 et 14 novembre 1904.

ci-contre). Avec le grand spectro-enregistreur n° 3, ces mouvements radiaux sont encore plus nets [1].

Or on a écrit souvent que, sur le disque, les déplacements et mouvements radiaux de H_3 et K_3 étaient insignifiants. Cela est vrai dans une certaine mesure pour les points ordinaires du disque; mais il y a exception tout au moins pour ces filaments noirs, et cette découverte augmente encore l'intérêt qui s'attache à ces objets singuliers.

Cependant, sur les épreuves de vitesse radiale, on reconnaît aisément les filaments noirs révélés par le petit spectro-héliographe n° 1, en suivant simplement les points où la raie K_3 est faible; et, en même temps, sur la surface entière, on distingue d'autres alignements qui ont la même propriété à un degré moindre. Nous avons été ainsi conduits à rechercher avec le grand spectro-héliographe n° 3 l'image monochromatique de K_3; et nous l'avons obtenue avec une fente large de $0^{\mathrm{A}},03$ à $0^{\mathrm{A}},04$ et des poses variant de 20 à 30 minutes.

L'image de K_3, comparée à celle de K_2, a des différences caractéristiques.

a. Les filaments décelés par le petit spectro-héliographe sont beaucoup plus noirs et des filaments nouveaux, non reconnus avec K_2, apparaissent à toutes les latitudes, en affectant parfois, plus que les premiers, la forme courbe (voir la figure 2). Par exemple, le 23 juillet dernier, alors que l'épreuve de K_2 ne montre qu'un seul filament noir, celle de K_3 en a quinze dans la moitié ouest.

b. Les plages noires circumfaculaires sont beaucoup plus étendues.

c. Les protubérances sont photographiées en même temps que la partie centrale du Soleil, avec le même temps de pose. Parfois le bord du Soleil manque à la base de la protubérance, qui se confond avec l'image du disque; ce qui annonce une protubérance située au bord même de l'astre. D'où un moyen de déterminer la longitude des protubérances plus exactement qu'on ne l'a fait jusqu'alors.

d. Les grandes plages brillantes des facules ont à peu près les mêmes formes générales qu'avec K_2, mais diffèrent notablement dans les détails. C'est ainsi qu'elles offrent de petits points très brillants qui correspondent aux parties où les composantes de K_2 se resserrent.

e. Les plages circumfaculaires, qui ne sont que relativement noires, pré-

---

[1] La figure 1 ne représente pas l'aspect réel des deux raies K_2 et K_3. La raie K_3 est déplacée par rapport à K_2; ou, si K_2 est déplacée, K_3 l'est beaucoup plus; et la composante de K_2 du côté du déplacement est ou diminuée ou supprimée. Ces variations des composantes de K_2 sont mal indiquées sur le dessin.

sentent de petits filaments courbes, très noirs et très fins, qui ont parfois la forme de spirales.

f. Sur l'épreuve, les principaux détails de l'image K_2 apparaissent, mais atténués, et en plus on distingue des alignements droits ou légèrement courbes, jusqu'alors insoupçonnés. Les filaments noirs et brillants sont les principaux de ces alignements. Or, à certains jours, les alignements peuvent être ramenés à deux grandes directions, qui sont marquées par les traits pointillés du dessin schématique de la figure 3 et qui rappellent les grandes directions des alizés et contre-alizés de l'atmosphère terrestre.

Aux pôles, où les flocculi sont plus faibles, les noirs et les blancs de l'image se groupent de manière à donner l'aspect des veines de certains bois.

Tels sont les premiers résultats de cette étude, qui sera continuée. Les filaments, qui forment le caractère principal de la couche supérieure, sont liés évidemment à la circulation générale des vapeurs dans la haute atmosphère, aux variations accidentelles de leur vitesse de rotation et probablement aussi à la formation ou à la dissipation des facules, et d'une manière générale à tous les phénomènes des couches plus basses. Cette étude peut éclairer plusieurs points importants relatifs à l'atmosphère solaire et même, par analogie, à l'atmosphère terrestre.

CORRESPONDANCE.

M. **George-E. Hale**, élu Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse des remercîments à l'Académie.

M. **Jean Charcot**, au moment de partir pour son expédition française au pôle Sud, adresse ses remercîments à l'Académie des Sciences qui a bien voulu lui accorder son haut patronage et aussi rédiger des Instructions pour les membres de l'Expédition.

L'Académie l'accompagne de ses vœux. Le succès atteint par la première expédition lui est un sûr garant que la seconde saura justifier sa confiance et obtenir des résultats de haut intérêt.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Notre flotte aérienne, par Wilfrid de Fonvielle et Georges Besançon.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la rotation du Soleil.* Note de M. A. **Perot**, présentée par M. Deslandres.

Deux méthodes principales ont été mises en œuvre pour étudier la rotation du Soleil : l'une est basée sur l'observation des phénomènes superficiels; elle s'adresse soit aux taches, dont le mouvement a permis à Carrington et à ses continuateurs de reconnaître l'accélération équatoriale, soit aux flocculi de l'hydrogène et du calcium révélés par les spectro-héliographies; c'est ainsi que récemment M. Hale a pu annoncer que le mouvement d'ensemble des flocculi de l'hydrogène est différent de celui des taches et uniforme de l'équateur au pôle; ce procédé est très délicat d'emploi à cause des mouvements propres et des déformations. La méthode spectroscopique, d'autre part, fondée sur la mesure de la variation de longueur d'onde des raies du spectre solaire quand on passe d'un bord à l'autre du Soleil, peut en principe s'appliquer indifféremment à toutes les raies et semble la plus puissante; elle a été mise en œuvre tout d'abord par M. Duner dans un magistral travail, poursuivie par M. Hale qui trouva des résultats très intéressants, perfectionnée par M. Adams grâce à l'emploi de la photographie, qui lui permit de reconnaître que les vapeurs de carbone et de lanthane ne tournent pas suivant la même loi que les vapeurs de fer et d'autres métaux, et ensuite de découvrir indépendamment la loi spéciale de rotation de l'hydrogène, énoncée ci-dessus. Enfin M. Deslandres a appliqué récemment une autre méthode de mesure basée sur l'inclinaison des raies et employée par lui autrefois pour l'étude de la rotation des planètes; cette méthode offre ceci de particulier, qu'elle fait intervenir non plus deux points opposés du bord, mais un diamètre ou un parallèle entier de l'astre.

Il m'a paru intéressant d'essayer les méthodes et les instruments de spectroscopie interférentielle imaginés par M. Fabry et moi-même, qui nous ont permis de mettre en évidence les erreurs systématiques qui se sont glissées dans le beau travail de Rowland sur le spectre solaire.

Ce sont les premiers résultats de cette étude que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

L'appareil, analogue comme dispositions générales à celui que nous avons employé à Marseille, mais plus ramassé et plus commode, se compose d'un spectroscope à grande dispersion, à réseau plan et miroirs concaves; la lumière d'une région déterminée du Soleil, dont l'image a 36^{mm} de diamètre, isolée par une fente de 3^{mm} sur $0^{mm},5$, est reçue sur la fente du spectroscope; elle produit un spectre qui tombe sur une fente séparatrice qu'un mouvement très lent permet de déplacer; on isole ainsi une raie déterminée avec un peu de lumière continue de part et d'autre; l'ensemble, traversant un double système afocal de lentilles cylindriques, tombe sur un étalon interférentiel en acier-nickel, dit *invar*, et pénètre enfin dans la lunette d'observa-

tion, réglée pour l'infini, mobile autour d'un axe horizontal et munie d'un oculaire micrométrique. Grâce aux lentilles cylindriques, on voit dans la lunette une image du réseau allongée verticalement, rétrécie horizontalement, dans laquelle la lumière serait homogène si l'étalon n'existait pas et sur laquelle viennent se peindre en noir les anneaux dus à la présence de la raie étudiée dans la portion de spectre isolée par la fente séparatrice.

L'angle d'incidence sur l'étalon, correspondant à un anneau déterminé, mesuré par le diamètre de cet anneau, est donné par la relation

$$2ne\cos i = k\lambda$$

ou, i étant très petit,

$$2ne\left(1 - \frac{i^2}{2}\right) = k\lambda,$$

n désignant l'indice de l'air, e l'épaisseur de l'étalon, k le numéro d'ordre de l'anneau, λ la longueur d'onde.

Si l'on considère un anneau déterminé d'ordre k et qu'on change la région du Soleil reçue sur la fente du spectroscope, i prend une nouvelle valeur i_1, par suite de la rotation du Soleil, correspondant à la nouvelle valeur λ_1 de la longueur d'onde ; la relation liant i_1 et λ_1 est alors

$$2ne\left(1 - \frac{i_1^2}{2}\right) = k\lambda_1.$$

On déduit de ces deux équations, en négligeant i^2 devant l'unité,

$$\frac{i^2 - i_1^2}{2} = \frac{\lambda_1 - \lambda}{\lambda}$$

ou, si les régions du Soleil choisies sont les extrémités d'un même parallèle le long duquel la vitesse est v, V désignant la vitesse de la lumière,

$$v = \frac{V}{2}\,\frac{i + i_1}{2}(i - i_1).$$

La mesure consiste donc simplement à déterminer les rayons successifs, et dans le calcul qui donne v n'interviennent ni la longueur d'onde de la raie considérée, ni l'épaisseur de l'étalon ; de plus aucun spectre de comparaison, ni aucun repère dans le spectre ne sont nécessaires.

Outre les précautions voulues dans toute recherche de ce genre pour prélever la lumière dans la région convenable du Soleil, il faut que la seconde fente ait une largeur suffisante pour qu'en lumière continue aucune trace d'anneau ne soit discernable ; que, de plus, lors de la mesure, la raie soit placée au milieu de la fente ; cette dernière précaution est indispensable pour l'étude des raies larges.

Ces recherches, qui n'en sont qu'à leur début, ont donné les résultats suivants :

Longueur d'onde (Rowland).	Nature.	Vitesse angulaire.		Durée de la révolution.	
		Équateur.	Parallèle de 45°,7.	Équateur.	Parallèle de 45°,7.
λ		°	°	j	j
5202,4	»	14,5	11,9	25	30,2
5349,6	Ca	15,1	14,2	23,8	25,6
6065,7	Fe	14,9	12,2	24,1	29,6
6122,4	Ca	14,7	14,2	24,4	25,6

Il semble d'après ces nombres que l'accélération équatoriale soit très peu marquée pour les deux raies du calcium étudiées, tandis qu'elle se présente comme absolument normale pour les deux autres raies ; le calcium serait intermédiaire entre l'hydrogène et les métaux peu volatils, tels que le fer, ce qui confirme les résultats obtenus par les observateurs de Yerkes et du mont Wilson sur la couche moyenne du calcium (raie H_2).

J'ai l'intention d'étendre ces recherches et de perfectionner l'appareil en employant les procédés photographiques.

ALGÈBRE. — *Sur les équations ayant toutes leurs racines réelles.* Note de M. A. **Pellet**, transmise par M. Appell.

1. Soit

$$a_0 x^m + m a_1 x^{m-1} y + \ldots + \frac{m(m-1)\ldots(m-n+1)}{1.2\ldots n} a_n x^{m-n} y^n + \ldots + a_m y^m = 0$$

une telle équation. Les $m-2$ quantités c définies par la formule

$$c_n = \frac{a_{n-1} a_{n+1}}{a_n^2} = 1 - \frac{1}{h_n^2},$$

sont négatives ou inférieures à 1 dans le cas où elles sont positives, de sorte que les quantités h_n sont réelles et nous les supposerons prises positives. Avec les segments égaux à deux h consécutifs, h_n et h_{n+1}, et l'unité on peut construire un triangle ; autrement dit les trois inégalités

$$h_n + h_{n+1} \geq 1, \qquad h_n + 1 \geq h_{n+1}, \qquad 1 + h_{n+1} \geq h_n$$

sont satisfaites.

Considérons trois quantités h consécutives et posons

$$h_{n-1} = h_n + \theta, \qquad h_{n+1} = h_n + \theta'.$$

La somme $\theta + \theta'$ tend vers zéro lorsque h_n tend vers l'infini.

2. L'équation

$$1 + \frac{x}{q} + \frac{C x^2}{q^{2^2}} + \frac{C^2 C_1}{q^{3^2}} x^3 + \ldots + \frac{C^{n-1} C_1^{n-2} \ldots C_{n-2}}{q^{n^2}} x^n + \ldots = 0,$$

où q est une quantité supérieure à $\sqrt{5}$ et C_i une quantité réelle comprise entre -1 et $+1$, a toutes ses racines réelles.

CINÉMATIQUE. — *Sur quelques mouvements remarquables.* Note de M. **Haag**, présentée par M. P. Painlevé.

I. Dans une Note récente (¹), M. Darboux étudie une certaine correspondance entre deux courbes C et C', telle que la figure formée par deux points homologues M et M' et les tangentes en ces points à C et C' soit invariable. Dans une étude géométrique sur les surfaces réglées, j'ai été amené à étudier la même question, ce qui m'a conduit à des résultats de Cinématique qui me semblent intéressants.

Proposons-nous, d'une façon générale, d'étudier *le mouvement d'une figure* F, *tel que les vitesses des différents points de cette figure aient une direction fixe par rapport à* F.

Supposons d'abord que F *ne comprenne que deux points* M_1 *et* M_2. *Si les vitesses de ces points sont obliques* par rapport à M_1M_2, les plans normaux à ces vitesses se coupent suivant une droite Δ formant avec F une figure invariable que nous appellerons encore la figure F.

Considérons alors les deux hyperboloïdes de révolution H et H' ayant pour axe et pour génératrice, le premier Δ et M_1M_2, le second M_1M_2 et Δ. Soient d'autre part S et S' les surfaces réglées engendrées par M_1M_2 et Δ. Il est facile de voir que *dans le mouvement de la figure* F, H *se raccorde constamment à* S *et* H' *à* S'. D'où l'on conclut aisément que S et S' sont applicables sur les deux hyperboloïdes, qui sont évidemment égaux. De plus, tout point fixe M de M_1M_2 décrit une courbe C provenant par déformation du parallèle de H auquel cette courbe est constamment tangente. De même un point

(¹) *Comptes rendus*, 27 avril 1908.

fixe M′ de Δ décrira sur S′ une courbe analogue C′. En particulier on retrouve le résultat établi par M. Darboux que *les deux points* M_1 *et* M_2 *décrivent les déformées de deux parallèles d'un même hyperboloïde*. On voit en outre que, dans le cas actuel, *il y a une infinité de points dont les vitesses ont des directions fixes*.

Supposons maintenant les vitesses de M_1 *et* M_2 *normales à* M_1M_2. Dans ce cas, Δ coïncide avec M_1M_2 et le raisonnement précédent est en défaut. Effectivement, M. Darboux a prouvé que le point M_1, par exemple, pouvait décrire une courbe arbitraire C_1. La courbe C_2 sera alors une trajectoire sous un angle constant des lignes de courbure d'une surface canal dont la ligne des centres de courbure serait C_1. On déduit de cette simple remarque que si deux courbes C_2 et C'_2 sont tangentes en un point et correspondent à une même courbe C_1, elles coïncident. Or, si nous revenons au mouvement de tout à l'heure, on voit immédiatement que les courbes C et C′ sont dans la correspondance actuelle. Je dis qu'*en déformant la surface réglée* (R) *engendrée par* M_1M_2, *on peut amener* C_1 *et* C_2 *à être dans la position des courbes* C *et* C′. En effet, traçons un cercle Γ tangent en M_1 à C_1 et considérons un hyperboloïde de révolution (H_1), dont l'axe passe par M_2, dont une génératrice passe par M_1 et soit perpendiculaire à la tangente en M_2 à C_2, et enfin qui contienne le cercle Γ. Un raisonnement intuitif montre qu'on peut déformer à la fois (H_1) et (R) de façon que les deux courbes C_1 et Γ viennent coïncider. Or Γ devient une courbe C, et le point M_2 décrit une courbe C′. En s'appuyant sur la remarque faite plus haut, on en déduit que C_2 vient précisément coïncider avec C′, car ces deux courbes sont tangentes en M_2.

On peut voir qu'il y a dans le choix de la surface (H_1) plusieurs arbitraires et en profiter pour que les courbes C et C′ proviennent par déformation de deux parallèles d'une même surface gauche situés à des distances arbitraires du cercle de gorge. En particulier, ces deux parallèles peuvent être confondus avec le cercle de gorge. Alors *les courbes* C *et* C′ *sont deux courbes de Bertrand associées* et l'on retrouve un résultat de M. Darboux.

Supposons maintenant que *la figure* F *se compose de plus de deux points*. J'énonce simplement les résultats :

Si l'on a *trois points en ligne droite à vitesses obliques*, on est dans le cas du premier mouvement étudié.

Si l'on a *trois points en ligne droite à vitesses normales*, ils décrivent des courbes provenant par déformation de trois hélices d'un hélicoïde gauche à plan directeur. La droite qui les porte est donc constamment binormale d'une courbe à torsion constante.

Si l'*on a trois points formant un triangle* $M_1 M_2 M_3$ *et si toutes les vitesses sont obliques au plan de ce triangle, le mouvement est hélicoïdal.*

Si les vitesses de M_1 *et* M_2 *sont obliques et celles de* M_3 *normale au plan*, on a le mouvement du début, M_3 étant un point quelconque de la droite Δ.

Si enfin *les vitesses de* M_1 *et* M_2 *sont normales*, on tombe sur le cas des trajectoires orthogonales d'une famille de plans.

Le cas où l'on aurait plus de trois points se ramène immédiatement aux précédents.

Remarque. — Revenons au premier mouvement considéré dans cette Note pour examiner un cas particulier intéressant. Il peut arriver que *la droite* Δ *soit perpendiculaire à* M_1M_2. Alors l'hyperboloïde H se réduit à la portion du plan du cercle Γ ayant pour axe Δ et tangent à M_1M_2, extérieure à ce cercle. Les génératrices de H sont les tangentes à Γ, les parallèles sont les cercles concentriques. Mêmes remarques au sujet de H'. Les surfaces S et S' sont alors développables. On reconnaît immédiatement que Δ est l'axe de courbure de la courbe C provenant sur S de la déformation de Γ. Donc, dans le mouvement, Γ *est constamment le cercle de courbure de* C, *qui est donc une courbe à courbure constante* (1).

En considérant de même la courbe C' analogue à C, on retrouve toutes les propriétés du cas particulier des courbes de Bertrand étudié par Mage. Si l'on remarque enfin que le cas actuel est le seul où la droite M_1M_2 engendre une développable (les vitesses étant obliques), on en déduit le théorème suivant, facile à établir directement :

Si sur une surface développable il y a deux courbes interceptant une longueur constante sur toutes les génératrices et coupant celles-ci sous des angles aigus constants, l'arête de rebroussement de cette surface est une ligne à courbure constante.

RADIOACTIVITÉ. — *Action de l'émanation du radium sur les solutions des sels de cuivre.* Note de Mme **Curie** et Mlle **Gleditsch.**

MM. Ramsay et Cameron ont annoncé il y a un an, dans diverses publications, qu'ils avaient observé la production de métaux alcalins et de lithium dans les solutions de sels de cuivre soumises à l'action de l'émanation du radium. Ils ont conclu qu'en présence de l'émanation le métal cuivre éprouve une *dégradation* en éléments de la même famille et de poids atomique inférieur : potassium, sodium, lithium (2).

(1) Ceci peut se déduire de la proposition plus générale suivante : *Si l'on déforme un plan en conservant rectilignes les tangentes à une courbe* Γ, *la courbure de cette courbe est conservée.*

(2) *Nature*, juillet 1907. — *Chem. Soc.*, septembre 1907. — *Comptes rendus*, 1908. — *Archives de Genève*, avril 1908, etc.

Ces résultats importants ont vivement attiré l'attention et il paraissait désirable de les reproduire dans les laboratoires qui possèdent une quantité suffisante de radium.

Voici en quoi consiste l'expérience :

Une solution de sel de cuivre (sulfate ou azotate) est placée dans un petit ballon de verre dans lequel on introduit une forte quantité d'émanation qu'on laisse s'y détruire spontanément. Ensuite on sépare le cuivre; la solution restante est évaporée à sec, et l'on examine le résidu. Les mêmes opérations sont effectuées avec une solution du même sel de cuivre qui n'a pas subi l'action de l'émanation. Les expériences ont été répétées plusieurs fois. Le résidu consiste surtout en sel de sodium (avec un peu de K et de Ca); dans les quatre expériences décrites, où l'on a fait agir l'émanation, la présence du lithium est observée à l'aide du spectroscope; dans les expériences témoins, le résidu est notablement inférieur, et l'on ne constate pas la présence de lithium. MM. Ramsay et Cameron ont fait un essai de détermination de la quantité de lithium observée, et ils indiquent le présence d'environ $0^{mg},00017$ de lithium dans le résidu qui pèse $1^{mg},67$ pour $0^{g},27$ de cuivre employé ($0^{g},815$ d'azotate de cuivre), tandis que dans l'expérience témoin correspondante le résidu est seulement de $0^{mg},79$ [1].

Nous avons cherché à reproduire l'expérience dans des conditions de sécurité aussi grande que possible. L'expérience est, en effet, délicate et comporte plusieurs causes d'erreur dont la principale est l'emploi d'un vase de verre, ainsi que M. Ramsay l'a fait remarquer lui-même.

Nos expériences préliminaires ont montré qu'il est extrêmement difficile d'avoir des produits chimiques exempts de lithium.

On en trouve dans l'eau distillée, dans presque tous les réactifs; si un réactif n'en contient pas et qu'on le laisse séjourner dans un vase de verre, il en contient des traces après quelque temps. L'expérience suivante a été faite : l'eau qui a été distillée dans un alambic en platine et conservée dans une bouteille de platine ne laisse aucun résidu visible après évaporation de 250^{cm^3} dans une capsule de platine, et la dernière goutte résultant de la concentration ne donne pas le spectre du lithium. Mais si de l'eau obtenue de la même manière est conservée dans un flacon de verre pendant 24 heures, on peut constater après évaporation l'existence d'un petit résidu constitué principalement par un sel de sodium, mais contenant aussi une trace de lithium.

Il nous a paru indispensable de remplacer le verre par une autre matière. Nous avons constaté qu'il était également dangereux d'employer le quartz,

---

(1) Cette quantité de lithium métallique ne correspond pas à la teneur indiquée par le mélange de sels de sodium et de lithium qui a servi pour la comparaison, et il doit y avoir une erreur de rédaction que nous n'avons pas pu préciser.

matière que M. Ramsay emploie actuellement, parce que les vases de quartz du commerce contiennent du lithium. Nous avons traité par de l'acide fluorhydrique exempt de lithium un débris d'une capsule de quartz opaque et un morceau d'un tube de quartz transparent; dans le résidu, on pouvait constater la présence de lithium en proportion notable; le quartz transparent en contient bien plus que le quartz opaque. Nous avons alors pris la décision d'employer des vases de platine.

L'appareil qui nous a servi se compose d'un récipient cylindrique en platine placé horizontalement, ayant $7^{cm},5$ de longueur, $1^{cm},5$ de diamètre extérieur; ce récipient porte à une extrémité un petit tube de platine vertical, par lequel on peut introduire la solution. Le petit tube reçoit un couvercle de platine qui protège la solution, mais ne constitue pas une fermeture étanche. Un tube de verre est soudé extérieurement sur le tube de platine; il est muni d'une tubulure latérale à robinet. La solution est introduite dans l'appareil au moyen d'un siphon de platine; elle est retirée par le même procédé et ne se trouve à aucun moment en contact avec le verre de l'appareil.

L'eau et les acides nécessaires pour l'expérience ont été redistillés dans un alambic de platine et conservés dans des bouteilles de platine; nous avions constaté en effet que tous ces réactifs contenaient du lithium, surtout l'acide sulfurique. Après le traitement de purification, on ne pouvait plus constater la présence du lithium dans le résidu d'évaporation de 80^{cm^3} d'acide azotique, de 25^{cm^3} d'acide sulfurique, de 25^{cm^3} d'acide fluorhydrique et de 250^{cm^3} d'eau.

Ainsi que M. Ramsay l'a fait remarquer, les sels de cuivre purs du commerce contiennent des quantités notables de lithium.

Nous avons essayé différents procédés de purification : précipitation répétée par l'hydrogène sulfuré, dépôt de cuivre par l'électrolyse, cristallisation fractionnée; nous avons finalement employé du sulfate de cuivre qui avait subi un grand nombre de cristallisations dans une capsule de platine, la dissolution étant chaque fois faite avec de l'eau pure. Ce traitement est d'abord très efficace, mais il est au contraire très difficile, sinon impossible, d'enlever les dernières traces de lithium. Quand la purification a été arrêtée, on pouvait avec beaucoup de peine découvrir le lithium dans le résidu de traitement de 50^{g} de cuivre, mais on ne pouvait plus du tout constater sa présence dans le résidu de traitement de 2^{g} de sel.

L'émanation était fournie par une solution qui contenait $0^{g},19$ de radium ($0^{g},25$ $RaCl^2$). Elle était d'abord condensée dans un serpentin plongé dans l'air liquide, puis aspirée dans l'appareil d'expérience. Pour connaître

avec certitude la quantité d'émanation introduite, nous mesurions le rayonnement pénétrant de l'appareil par comparaison avec celui d'une ampoule contenant une quantité de radium connue. Pour cette mesure, on employait un condensateur à plateaux de grandes dimensions spécialement construit.

Deux expériences en tout point analogues ont été effectuées. On introduisait dans l'appareil environ 7^{cm^3} de solution de sulfate de cuivre pur; ce liquide présentait une grande surface libre relativement à son volume. On fermait l'appareil à la lampe. L'émanation était introduite à plusieurs reprises; pour assurer sa dissolution, on agitait la solution en inclinant l'appareil placé dans la glace fondante; cette opération était renouvelée fréquemment. Les poids de métal cuivre employés étaient $0^g,26$ et $0^g,14$. La quantité d'émanation introduite en tout était mesurée dans les deux cas par l'émanation saturée de $0^g,37$ de radium; la quantité d'émanation qui s'était effectivement détruite dans l'appareil était un peu inférieure; elle était mesurée par l'émanation saturée de $0^g,27$ Ra. Quand l'expérience est considérée comme terminée, on transporte la solution de l'appareil d'expérience dans un creuset de platine, et on l'additionne de quelques gouttes d'acide azotique. Dans ce même creuset, on introduit une électrode de platine sur laquelle on fait déposer le cuivre. La solution privée de cuivre est évaporée à sec dans le creuset et chauffée juste assez pour chasser l'acide sulfurique; le résidu est dissous dans quelques gouttes d'eau et traité par l'hydrogène sulfuré pour enlever les traces de cuivre encore présentes. Le liquide, filtré à l'aide d'un petit entonnoir de platine, est recueilli sur un couvercle de platine de poids connu et évaporé à sec à température très modérée. Le résidu très faible est pesé.

On soumet au même traitement 7^{cm^3} d'une solution de sulfate de cuivre pur qui n'a pas subi l'action de l'émanation. Les résidus finalement obtenus sont examinés au spectroscope. Leurs poids étaient $0^g,0004$ et $0^g,0005$ pour les expériences directes et $0^g,0003$ et $0^g,0002$ pour les expériences témoins.

On peut remarquer que la quantité de cuivre employée est voisine de celle employée par M. Ramsay. La quantité d'émanation utilisée est aussi approximativement la même ($1^{mm^3},85$ d'émanation suivant la base d'évaluation de M. Ramsay). Toutefois, le résidu finalement obtenu est beaucoup plus faible.

L'examen spectroscopique a montré que ce résidu contient principalement du sodium et un peu de potassium; la présence de lithium n'a pas pu être constatée. Une expérience faite avec des mélanges de sulfates de sodium et de lithium a montré qu'on peut encore, bien qu'avec peine, constater la présence de la raie rouge du lithium avec un mélange qui contient

10000 parties de SO^4Na^2 pour une partie de SO^4Li^2, et qu'il est facile de voir cette même raie avec un mélange contenant 3000 parties SO^4Na^2 pour une partie SO^4Li^2. Par suite, la quantité de métal lithium qui pouvait être présente était inférieure à $0^{mg},6.10^{-7}$.

Avec les mêmes quantités de cuivre et d'émanation MM. Ramsay et Cameron indiquent la présence de $1^{mg},7.10^{-4}$ de lithium. Si par suite d'une erreur de rédaction, ce chiffre représente du chlorure de lithium, la quantité de métal lithium serait encore égale à $3^{mg}.10^{-5}$.

Le résidu que nous obtenons est dans tous les cas beaucoup plus faible que celui obtenu par MM. Ramsay et Cameron, et ceci résulte probablement de la suppression de l'emploi du verre. La différence des poids des résidus obtenus par nous dans les expériences directes et dans les expériences témoins est très faible ($0^{mg},1$ à $0^{mg},3$); elle s'explique probablement par le fait que, dans l'expérience faite avec l'émanation, la rentrée de celle-ci peut amener l'introduction de traces de matières étrangères. Dans l'expérience la plus complète de MM. Ramsay et Cameron cette même différence est $0^{mg},88$ et nous pensons qu'elle peut être attribuée à l'attaque plus énergique du verre par la solution en présence de l'émanation.

L'expérience de contrôle suivante a été faite :

Dans une solution de sulfate de cuivre contenant $0^{g},27$ de cuivre, nous avons introduit une quantité de sulfate de lithium correspondant à $1^{mg},7.10^{-4}$ de LiCl; cette solution a ensuite été traitée de la même manière que dans les expériences précédemment décrites. Avec le résidu finalement obtenu, il était très facile d'apercevoir la raie rouge du lithium, ce qui prouve que le lithium n'a pas été perdu au cours du traitement.

En résumé, nous pouvons dire que nous n'avons pas réussi à confirmer les expériences de MM. Ramsay et Cameron. Il nous est évidemment impossible d'affirmer qu'il ne s'est formé dans l'expérience aucune trace de sodium ou lithium; nous pensons toutefois que le fait de la formation de ces éléments ne peut pas être considéré comme établi.

TÉLÉGRAPHIE HARMONIQUE. — *Sur une application nouvelle de la superposition sans confusion des petites oscillations électriques dans un même circuit.* Note de M. E. MERCADIER.

J'ai déjà eu l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats obtenus en superposant sur un même circuit télégraphique plusieurs courants alter-

natifs ou ondulatoires de faible intensité et de périodes différentes. J'ai montré par exemple : 1° qu'en produisant des signaux avec des courants alternatifs à l'aide d'*électrodiapasons*, et les recevant à l'extrémité d'un circuit dans des *monotéléphones* dont les plaques vibrantes sont exactement accordées avec les électrodiapasons, on obtenait un système de télégraphie harmonique, dit *multiplex*, dans lequel les signaux émis à l'aide d'un manipulateur Morse étaient reçus sans confusion par l'oreille armée d'un tube dont l'extrémité était placée à une très petite distance des plaques réceptrices ; 2° qu'on pouvait ainsi superposer *dans le même circuit, dans les deux sens et simultanément*, les signaux provenant de douze électrodiapasons et reçus par douze monotéléphones, et cela sur des lignes de 5^{km} à 700^{km} de longueur.

En ajoutant quelques organes simples à ce dispositif, nous sommes parvenus, mon collaborateur M. Magunna et moi, à réaliser la multiplication des signaux émis et reçus sans confusion par des appareils télégraphiques dont les indications sont inscrites et même imprimées sur des bandes de papier mobiles, tels que les appareils Morse et Hughes.

A cet effet il a suffi de superposer convenablement au disque d'un monotéléphone un levier très léger et très mobile, oscillant à longue période autour d'un axe, et dont une extrémité repose en contact métallique sur le disque. Ce levier est repoussé, dès l'arrivée d'un signal provenant d'un diapason, par les vibrations très rapides du disque accordé sur ce diapason et reste soulevé pendant la durée du signal, permettant ainsi au courant continu d'une pile locale ordinaire de traverser les électro-aimants de récepteurs Morse ou Hughes, par l'intermédiaire, si c'est nécessaire, d'un relais différentiel très sensible.

Les monotéléphones armés d'un tel levier, dont la pression sur leur disque est convenablement réglée à l'aide d'un contrepoids, transforment ainsi des signaux produits par des courants *alternatifs* intermittents en courants *continus* de même intermittence; ils constituent ce qu'on peut appeler des *relais monotéléphoniques*.

Un premier essai de ce système a été fait l'an dernier sur des circuits, entre Paris et le Havre, de 250^{km} de longueur, avec un plein succès, en utilisant à chaque extrémité quatre appareils Hughes, et en dépensant seulement l'énergie fournie par deux accumulateurs.

Mais récemment, en opérant entre Paris et Marseille, sur un circuit en fil de bronze dont la résistance est d'environ 1 ohm par kilomètre, et dont la longueur est de 900^{km} à peu près, nous avons pu, pendant le mois de juillet dernier, échanger des dépêches télégraphiques simultanément, dans les deux sens, à l'aide de six appareils Hughes indépendants les uns des autres, animés par six électrodiapasons vibrant sous l'action de la même batterie de six accumulateurs seulement, et placés dans chacun des deux

postes de Paris et de Marseille. *En même temps*, deux autres appareils Hughes ou deux appareils Baudot quadruples, disposés dans le même circuit à l'aide de l'un des dispositifs connus servant à produire la télégraphie et la téléphonie simultanées, échangeaient des dépêches en employant les courants d'une pile ordinaire à courant *continu*.

Il est inutile d'insister sur l'intensité du travail qu'on peut obtenir sur un seul circuit télégraphique même très long à l'aide d'un tel système dépensant une si faible énergie, et permettant l'utilisation simultanée dans les deux sens de plusieurs transmetteurs dont le nombre dans chaque poste n'est nullement limité à sept.

D'autre part, au point de vue de l'application des lois de la Mécanique aux courants électriques ondulatoires ou alternatifs, les résultats ci-dessus semblent présenter un grand intérêt.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Analyse physicochimique des vins.* Note de MM. **Paul Dutoit** et **Marcel Duboux**, présentée par M. L. Maquenne.

Il est bien connu, depuis les recherches de M. D. Berthelot, que la méthode des conductivités électriques permet de titrer des acides et des bases, même très faibles ou en solution très diluée.

Nous avons établi d'autre part que, lorsqu'il s'agit de mélanges d'acides ou de bases, l'analyse de la courbe de neutralisation renseigne sur la proportion et la force des composants.

Nous nous sommes appuyés sur ces derniers travaux pour montrer, dans la présente Note, que la méthode des conductivités, appliquée à l'analyse des produits de distillation du vin, conduit à des résultats plus complets que l'acidimétrie.

Bases volatiles. — Le vin est additionné de soude, puis distillé. La courbe de neutralisation par l'acide chlorhydrique du distillatum a l'allure représentée par la figure 1; le point d'inflexion B, toujours très net, correspond à la neutralisation des bases volatiles.

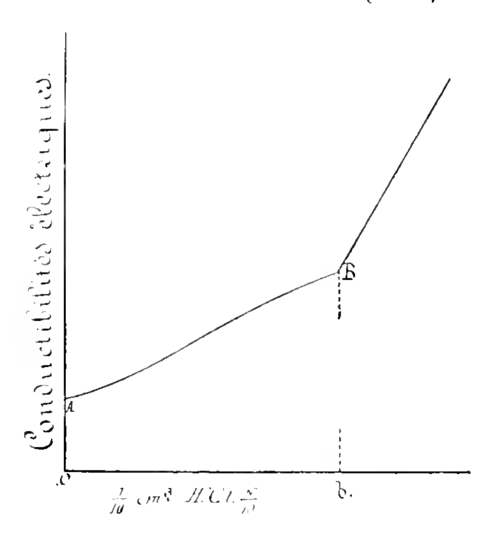
La quantité totale de ces bases varie, suivant la nature et l'âge du vin, de 0,6 à 2,5 équivalents milligrammes par litre. Or le dosage gravimétrique et colorimétrique de l'ammoniaque indique que dans les vins normalement fermentés cet alcali existe dans la proportion de 0,25 à 0,3 équivalent milligramme par litre et, sur ce point, nos

recherches confirment ce qu'on savait déjà. Il faut admettre que la différence entre la basicité totale et l'ammoniaque représente les bases organiques volatiles.

La présence dans les vins de ces produits, à odeur caractéristique, était connue (Gauthier, Halphen, Müntz, Laborde, etc.), mais ils n'avaient pas été dosés exactement, à notre connaissance tout au moins. Plusieurs déterminations, répétées sur un même vin, conduisent à des résultats identiques, d'autant plus intéressants que la teneur en bases organiques est très variable dans les différents vins.

Fig. 1.

Neutralisation des bases volatiles
par l'acide chlorhydrique.



Acides volatils. — L'acidité volatile du vin est due principalement, comme on sait, aux acides aliphatiques saturés, parmi lesquels l'acide acétique domine, et occasionnellement aussi aux acides sulfureux et carbonique.

La neutralisation du distillatum, suivie par des mesures de conductivités électriques, renseigne sur la nature de ces acides volatils.

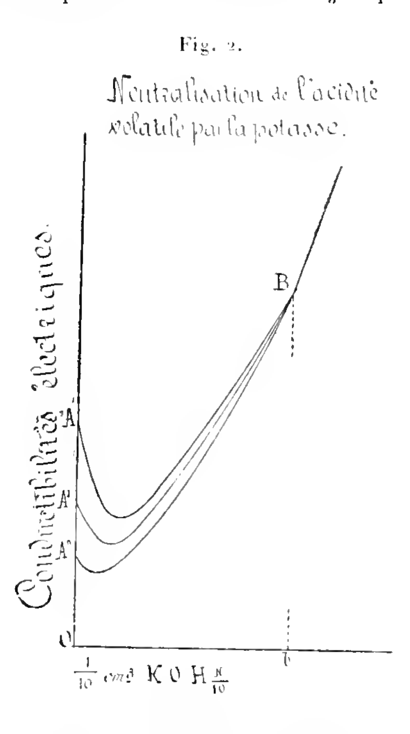
Les courbes de la figure 2 ont été fournies par trois vins dont l'acidité volatile totale, déterminée par acidimétrie, est la même, mais chez lesquels la proportion des acides forts est différente. Cette proportion se déduit assez exactement de la conductivité initiale A, A′, A″, de la position du minimum des courbes AB, A′B, A″B et de la teneur en alcool du distillatum.

Malheureusement le procédé qui consiste à distiller le vin avec la vapeur d'eau fournit des résultats qui dépendent du mode d'opérer, en ce qui concerne la propor-

tion des acides forts tout au moins. Cette cause d'erreur, que nous n'avons pas encore écartée, limite l'application de la nouvelle méthode dans ce cas particulier.

Il était intéressant de rechercher quels résultats les nouveaux procédés de dosage des matières tannantes en solution colloïdale (¹) et des bases organiques fournissent lorsqu'on les applique à l'analyse de piquettes et de vins de raisins secs. Nos essais ne sont pas assez nombreux pour permettre des conclusions définitives; cependant nous avons jusqu'ici trouvé, sans exception, qu'il y a déficit, soit de matières tannantes, soit de bases, et généralement des deux. En outre l'allure de la courbe de neutralisation du vin par la baryte est différente. Ces différences sont surtout sensibles dans la partie CDE de la courbe (¹), elles indiquent que les substances en solution colloïdales floculées par la baryte ont un pouvoir absorbant variable. Chez les piquettes, par exemple, la conductibilité au point D est plus faible qu'au point C, tandis que c'est l'inverse chez les vins naturels.

Fig. 2.



Ces observations, susceptibles de présenter une certaine importance pratique si elles se généralisent, seront complétées prochainement.

(¹) *Comptes rendus* du 13 juillet 1908.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur la cause de l'odeur prise par l'air soumis aux radiations ultra-violettes émises par la lampe à vapeur de mercure.* Note (¹) de MM. **H. Bordier** et **T. Nogier**, transmise par M. Armand Gautier.

Au cours de recherches de Physique biologique, en travaillant avec la lampe à vapeur de mercure et en quartz, modèle de Kromayer, nous avons reconnu que l'air irradié prend une odeur comme phosphorée, qui nous a amenés à en rechercher la cause. Nous avions pensé, avec plusieurs autres physiciens (Fr. Fischer, F. Brähmer), à l'attribuer à de l'ozone formé par les radiations ultra-violettes de notre lampe. Mais en réfléchissant aux propriétés de ces radiations qui sont surtout réductrices, on comprend difficilement la formation d'un corps tel que l'ozone.

Pour résoudre directement cette question, nous avons aspiré l'air irradié que nous avons fait circuler dans des flacons laveurs contenant soit de l'eau pure, soit de l'eau alcalinisée; l'air était capté au moyen d'un entonnoir s'adaptant exactement devant la fenêtre de quartz. Malgré l'emploi des réactifs les plus sensibles et quoique la circulation ait duré des heures, il n'a pas été possible de déceler la moindre trace ni d'ozone, ni de produits nitreux.

Après cette expérience, on était fondé à admettre que ce n'est pas à l'ozone qu'est due l'odeur constatée. Nous avons cependant voulu en avoir une preuve directe et, pour y arriver, nous avons remplacé l'air par des gaz ne contenant pas d'oxygène libre; nous avons pris de l'azote et de l'anhydride carbonique. Devant la fenêtre de quartz, nous avons fixé un flacon dont le fond avait été enlevé et dont le bouchon laissait passer un premier tube en verre destiné à amener le gaz, et un second par où le gaz, envoyé sous pression, sortait après irradiation; c'est à l'orifice de ce tube qu'on appréciait l'odeur du gaz. Le résultat fut tout à fait probant, l'odeur particulière persiste et est la même qu'avec l'air.

Ce n'est donc pas à l'ozone que peut être attribuée l'odeur signalée.

Il était intéressant d'arriver à trancher cette question et à connaître la cause exacte du phénomène; nous l'avons trouvée dans l'excitation par les charges électriques, développées sous l'influence des radiations ultra-violettes, de nos terminaisons olfactives. On sait que les nerfs de sensibilité

(¹) Reçue dans la séance du 3 août 1908.

spéciale sont organisés de telle manière qu'ils ne peuvent répondre que d'une seule façon, quand ils ont été excités; le nerf olfactif, en particulier, préposé au sens de l'odorat, fait éprouver par son excitation une sensation odorante et rien que cette sensation. On sait aussi que des phénomènes d'ionisation, sous l'influence des radiations ultra-violettes, ont été observés par Lénard, J.-J. Thomson et Langevin, et démontrés directement par E. Bloch (¹).

Nous avons pensé que les charges électriques, transportées par les ions et capables de produire la déviation d'un électromètre sensible, sont aussi susceptibles de provoquer l'excitation des filets nerveux de l'olfaction : pour nous en assurer, nous avons cherché à dépouiller le gaz, venant de subir l'irradiation, des charges développées par l'ionisation due aux rayons ultra-violets. Nous avons pu obtenir facilement ce résultat en faisant passer le gaz dans un tube métallique relié au sol : le gaz quel qu'il soit, air, azote, anhydride carbonique, perd ainsi toute odeur; en remplaçant le tube métallique par un tube de verre de même longueur, ou même beaucoup plus long, l'odeur reparaît immédiatement. Le tube de métal n'a pas besoin d'avoir une grande longueur : avec un tube de 5^{cm} et rectiligne, il y a encore un peu d'odeur, mais si l'on coude ce tube, les charges électriques pouvant mieux rencontrer la paroi, il n'y a plus trace d'odeur.

Le phénomène que nous signalons se rapproche d'un autre, intéressant les filets nerveux gustatifs : c'est celui de la production d'un goût spécial, par application sur la langue de deux métaux réunis, cuivre et zinc par exemple. L'un de nous (²) a démontré que ce goût résulte de l'excitation par le courant, quoique très faible, de nos terminaisons gustatives.

PATHOLOGIE. — *Intradermo-réaction de la tuberculine.* Note de M. Ch. Mantoux, présentée par M. E. Roux.

Sous le nom d'*intradermo-réaction à la tuberculine* nous désignons les réactions provoquées par l'injection dans l'épaisseur du derme d'une quantité dosée de tuberculine.

Sa technique est d'une extrême simplicité. L'instrument se réduit à une seringue de Pravaz stérilisable, à tige graduée et munie d'un curseur, c'est-à-dire du modèle cou-

(¹) *Société de Physique*, 15 mai 1908.

(²) H. Bordier, *Phénomènes gustatifs et salivaires produits par le courant électriques* (*Archives d'Électr. médicale*, 1899, p. 251).

rant, et à une aiguille fine. Nous employons une solution à 1 pour 5000, obtenue en diluant une ampoule de 1^{cm^3} de solution mère de tuberculine de l'Institut Pasteur dans 40^{cm^3} d'eau physiologique. Nous en injectons une goutte, soit $\frac{1}{100}$ de milligramme, à la face antérieure de la cuisse. Après avoir plissé la peau, on enfonce l'aiguille presque parallèlement à sa surface : on a soin que le côté biseauté de sa pointe soit tourné vers le haut et regarde par conséquent vers l'épiderme, non vers l'hypoderme, quand l'aiguille est en place. Chez les sujets à tégument très fin, il faut enfoncer franchement l'aiguille, puis sa pointe étant dans l'hypoderme, la relever légèrement et aborder le derme par sa face profonde ; on risque autrement de le traverser de part en part.

A ce petit tour de main près, l'opération est absolument analogue à une injection traçante de cocaïne ; l'aiguille bien fixée, on pousse le liquide qui forme une petite boule d'œdème, rapidement résorbée.

La réaction, quand elle est positive, est d'une extrême netteté. Elle apparaît au bout de quelques heures sous forme d'une infiltration seulement perceptible au palper, ou déjà visible, et de couleur blanche ou rosée. Au bout de 24 heures, l'infiltration, très accrue, est rose ou rouge vif, parfois blanche, œdémateuse, avec une surface légèrement granitée. Tout autour apparaît un halo rosé d'érythème. Au bout de 48 heures, la réaction atteint son acmé : nodule central et halo périphérique se sont encore développés ; parfois, une zone intermédiaire les sépare et accentue encore l'aspect en cocarde de la réaction.

Les dimensions de la région infiltrée, rarement inférieures à une pièce de 50 centimes, dépassent souvent celles d'une pièce de 2^{fr}. Avec le halo périphérique, la réaction peut atteindre la surface d'une paume de main. A son niveau, la peau est chaude, un peu sensible à la pression.

La réaction régresse dès le deuxième jour : le halo disparaît vite ; le nodule infiltré prend une teinte violacée ou bistre et se résorbe lentement : il est souvent encore visible au bout de plusieurs semaines. Parfois, l'épiderme desquame à son niveau.

Les phénomènes généraux sont habituellement nuls : deux de nos malades ont cependant présenté une réaction thermique à 39° et à 38°,3 le surlendemain de l'injection.

Quand la réaction est négative, on observe parfois au niveau de la piqûre une légère vaso-dilatation, un petit point d'induration. Surtout perceptibles quelques heures après l'injection, ces phénomènes s'atténuent rapidement et ont presque toujours disparu au bout de 2 jours, alors que la véritable réaction est à son acmé : il n'est donc guère possible de les confondre avec celle-ci.

Nous avons pratiqué l'intradermo-réaction chez 62 sujets, âgés de 5 mois

à 15 ans, dans le service de notre maître le professeur Hutinel, à la clinique des Enfants-Malades: elle a été comparée chez 52 à la cuti-réaction.

Tous les enfants, au nombre de 27, qui avaient réagi à la cuti ont réagi à l'intradermo; chez 8 dont la cuti avait été négative ou douteuse, l'intradermo s'est montrée positive. Un de ces sujets était un tuberculeux pulmonaire, un autre un tuberculeux péritonéal : un troisième, atteint de néphrite, a fait une réaction thermique de 38°,3 à l'injection sous-cutanée de tuberculine. Par contre, l'intradermo a fait défaut, comme la cuti, chez deux tuberculeux pulmonaires cachectiques et chez un méningitique moribond.

Nous sommes donc en droit de conclure que l'intradermo-réaction présente sur la cuti-réaction, à simplicité d'exécution et à innocuité égales, l'avantage d'une netteté bien plus grande et d'une plus vive sensibilité.

En présence de ces résultats, nous avons entrepris à l'École d'Alfort, avec le professeur Moussu, des expériences sur les animaux qui les confirment entièrement.

BACTÉRIOLOGIE. — *Culture* in vitro *du virus de la peste aviaire.* Note de M. E. **Marchoux**, présentée par M. E. Roux.

On connaît aujourd'hui une vingtaine de maladies de l'homme et des animaux qui sont produites par des germes *invisibles*. Par *invisibles* il faut entendre des germes qui traversent les bougies filtrantes et qui sont impossibles à distinguer par les moyens optiques dont nous disposons.

Si nous mettons à part le microbe de la péripneumonie qui, d'ailleurs, reste à la limite de la visibilité, on n'est pas encore parvenu à cultiver *in vitro* un seul de ces virus [1]. On ne pourra cependant les bien étudier que si on les obtient en cultures pures.

Parmi les microbes invisibles, un certain nombre se multiplient sûrement dans le sang; ceux de la fièvre jaune, de la horse sickness, de l'anémie pernicieuse du cheval, de la peste bovine, de la fièvre catarrhale des ovidés, de la maladie des jeunes chiens, du hog-choléra, de la peste aviaire, sont dans ce cas. Ce caractère commun ne suffit évidemment pas à établir entre eux un lien de parenté. Peut-être autorise-t-il l'espoir de leur appliquer les mêmes méthodes de culture.

De tous ces virus celui qui produit la maladie des poules découverte par

---

(1) Nocard et Roux ont cultivé le virus aphteux dans le trayon de la vache. Marchoux et Simond ont obtenu des cultures du virus de la fièvre jaune chez le *Stegomyia*.

Centanni est le plus facile à manier et celui qui se prête le mieux aux recherches de laboratoire. C'est à lui que je me suis adressé pour mes essais.

Il était tout indiqué d'employer le sang de poule défibriné pour cultiver des germes qui se multiplient dans le sang. C'est en effet dans ce milieu, légèrement modifié, que je suis parvenu à obtenir une culture évidente.

Trois remarques, faites au cours de recherches préliminaires sur la conservation du virus, m'ont plus particulièrement guidé.

1° Enfermé en ampoule scellée à la lampe, le sang de poule, morte de peste aviaire, conserve sa virulence plus longtemps à la glacière à 7°-10° qu'à la température du laboratoire et surtout à celle de l'étuve. Cette action de la température suggère l'idée que, dans le sang virulent, des anticorps, dont l'activité est suspendue à froid, altèrent les germes et en gênent le développement. J'ai profité de cette observation pour réduire autant que possible la quantité de sang virulent introduite dans le milieu de culture pour le premier ensemencement.

2° A la glacière, le sang reste virulent moins longtemps en tube ouvert qu'en ampoule fermée. On pouvait donc croire que l'oxygène libre exerçait sur les germes de la peste aviaire une action néfaste. Aussi tous mes premiers essais ont-ils été faits dans des ampoules closes renfermant 2^{cm^3} de sang défibriné ou d'un autre milieu, ensemencés avec un fil de platine très fin.

En poursuivant mes recherches, des essais répétés m'ont montré que le virus se garde 3 mois au moins en ampoule simplement fermée à la lampe, tandis que, sous le vide, il devient inactif en 3 jours.

En sacs de collodion, dans le péritoine du lapin, le virus meurt en moins de 4 jours.

Ces observations m'ont conduit à abandonner les ampoules pour les tubes bouchés au coton.

3° L'addition de glucose et de peptone, en proportions variables, m'a plusieurs fois permis d'obtenir la conservation de la virulence dans des ampoules maintenues à 37° et même à 51°, alors que des ampoules témoins avaient perdu toute activité.

J'en ai conclu que le sang défibriné possédait, pour les germes de la peste aviaire, une valeur nutritive insuffisante.

Finalement je me suis arrêté à la méthode suivante :

Sur de la gélose peptonée sucrée (glucose 2 pour 100, peptone 1 pour 100) en couche de 10^{cm}, dans un tube de 20^{mm} de diamètre, j'ai déposé 10^{cm^3} de sang de poule défibriné. Ce sang a été ensemencé avec un fil de platine très fin plongé sur une longueur de 1^{cm} dans du sang virulent. Par suite des échanges qui se produisent entre le sang défibriné et la gélose, il y a toujours dans le tube une zone où le virus trouve les quantités de sucre et de peptone qui lui sont favorables.

Dans ces conditions j'ai obtenu dix repiquages actifs, en ensemençant successivement une goutte du tube précédent dans le tube suivant. Les poules

sont mortes en 2 jours, après avoir reçu sous la peau $\frac{1}{4}$ de centimètre cube du liquide de culture conservé à l'étuve à 37° pendant 3 jours.

Il ne peut, en ce cas, être question de dilution du virus. Cette dilution serait représentée par 5 suivi de 24 zéros. Cela revient à dire qu'on pourrait infecter une poule avec $\frac{1}{4}$ de centimètre cube provenant d'une masse de liquide qui égalerait 5 000 000 de fois le volume de la Terre et dans laquelle aurait été répandu 1^{cm^3} de sang virulent.

La moindre impureté interrompt la culture.

GÉOLOGIE GÉNÉRALE. — *Contribution à l'étude du facies continental; les éboulis paléozoïques.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

Le grand progrès récent de la Géologie a été de nous révéler, dans les traits actuels de la surface terrestre, les résultats, d'ailleurs transitoires, d'une évolution continue. Des caractères nets et précis ont permis de reconnaître durant les époques antérieures à la nôtre, et grâce aux *facies* conservés en diverses localités, l'exercice des fonctions qui sont encore à l'œuvre sous nos yeux. En attendant qu'on arrive à réaliser le rêve, jusqu'ici chimérique, d'établir des cartes géographiques pour les différentes périodes du développement planétaire, on est dès maintenant édifié sur l'existence à chaque moment de continents et d'océans, de zones littorales et de zones profondes dans ces derniers, de régions montagneuses et de pays où s'exerçait le transport de matériaux par les cours d'eau ou par les vents. De leur côté, les fossiles, en même temps qu'ils donnent le moyen d'apprécier les caractères climatériques, ou plus exactement thermométriques de chaque époque, permettent, par la comparaison des êtres des différents âges, d'affirmer, en présence de leur anatomie si constante, que leur physiologie supposait la satisfaction des mêmes besoins et que, depuis qu'il existe sur le globe des manifestations biologiques, les conditions générales du milieu ont très peu changé.

Parmi les vestiges dont l'étude procure la connaissance des facies, il faut citer, comme les moins nombreux et les moins nets, ceux qui proviennent des régions exondées ou subaériennes et qui permettent de reconnaître les points continentaux. Aussi doit-on attacher le plus grand intérêt à tous les faits qui permettent de les mieux définir.

Or, en étudiant à ce point de vue la surface actuelle de la Terre, on est frappé de la colossale importance des éboulis dans les pays de montagnes et

l'on se demande si ces formations clastiques n'ont pas dû laisser des témoignages de leur ancienne existence. Il est clair que toutes les brèches, si fréquentes à tous les niveaux, peuvent toujours être comparées aux éboulis, et il est bien certain que la cimentation des *égravats*, si constants sur tous les flancs des vallées abruptes du Jura, des Alpes et des Pyrénées, donnerait des produits comparables à ces formations parfois anciennes.

Cependant, comme il peut y avoir d'autres causes que l'intempérisme pour réduire des roches en petits blocs anguleux ou roulés accumulés sans ordre, on a le droit de laisser la question sans solution précise. Aussi est-on bien aise de constater que les éboulis vrais présentent en certains cas des traits particuliers qui permettent de les reconnaître. Parmi ces traits, le plus carastéristique sans doute consiste dans la présence de cailloux non seulement polis, mais encore couverts de stries tout à fait remarquables.

Chose curieuse, les stries dont il s'agit ont été d'abord attribuées à des agents qui sont complètement étrangers à leur production, c'est-à-dire aux glaciers. L'observation impartiale montre que, dans les formations glaciaires venant de se produire, il n'y a pratiquement pas de galets striés. Il est vrai que si l'on examine des moraines quelque peu anciennes, quaternaires ou même plus récentes, on y voit abonder les pierres burinées; mais on découvre que la striation est très postérieure au dépôt et qu'elle résulte entièrement du phénomène pluviaire. J'ai insisté sur ces faits que beaucoup de géologistes admettent maintenant [1] et je n'ai pas à y insister.

Il me faut cependant leur apporter un complément qui sera d'application directe au but que j'ai en vue en ce moment. Il importe en effet de bien insister sur ce fait que si les roches calcaires sont les plus aptes à acquérir des stries par le mécanisme souterrain, beaucoup d'autres roches subissent la même modification dans des conditions favorables. Dans les placages boueux du pays de Vaud, que j'ai spécialement étudiés, on trouve des galets striés de serpentine, de diorite, de protogine, de schiste, etc. Le fait s'explique par le poids suffisant du terrain qui se tasse. En outre, j'ai reconnu la striation dans des terrains sans calcaire, pourvu qu'il s'y trouve de fines particules argileuses que la circulation des eaux peut extraire : la diminution de volume primitif, quelle qu'en soit la cause, suffit à déterminer le phénomène.

---

[1] *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle d'Autun*, t. XV, 1902.

On conçoit d'ailleurs que les blocs striés puissent ensuite, quand le tassement s'est arrêté, être cimentés les uns avec les autres par l'interposition d'une matière conjonctive. Si la cimentation intéresse des galets calcaires, ceux-ci peuvent être soustraits à toute dissolution ultérieure et conserver leurs stries et leur poli au même titre que des tests de coquilles conservent tous les détails de leur ornementation. Dès lors, rien ne s'oppose à ce que des amas d'éboulis en partie striés soient compris dans des formations géologiques d'âge quelconque; et l'on voit quelle erreur on commettrait si l'on voulait, de la trouvaille des stries dans leur masse, conclure l'existence de glaciers paléontologiques. Un des exemples les plus célèbres a été fourni par le conglomérat carbonifère de Dwika dans la Colonie du Cap, et le Dr Stapff a protesté le premier contre la signification glaciaire qu'on lui attribuait. Depuis lors, des remarques analogues ont été faites à des niveaux encore plus anciens et spécialement dans le précambrien de la Norvège par M. Straham, de l'Australie par M. David et de la Chine par M. Bayley Willis. Les localités chinoises ont fourni des échantillons identiques à ceux qu'on extrait du quaternaire alpin.

Tout le monde reconnaîtra le vif intérêt de ces constatations qui permettent d'affirmer que déjà aux époques sédimentaires les plus anciennes les continents, pourvus d'un modelé très accentué, subissaient de la part de l'atmosphère les phénomènes d'érosion qui sont si actifs aujourd'hui dans toutes les régions montagneuses.

GÉOLOGIE. — *Les roches kaolinifères du bassin du lac Népigon (Canada).* Note de M. F. **Romanet du Caillaud.**

Le lac Népigon est un lac de deuxième grandeur du Canada. Il est situé au nord du lac Supérieur; son émissaire, la rivière Népigon, est le principal tributaire de ce lac.

D'après M. Coleman, ingénieur des mines de la province d'Ontario [1], les roches des bords de la rivière Népigon et de la chaîne de la côte est du lac Népigon s'étageraient comme suit :

Archéen { *Éruptif moderne,*
Bas Huronien,
Keewatin.

[1] *Sixteenth annual Report of the Bureau of Mines*, 1907. Toronto, 1907, p. 105 et suiv.

Dans ces roches se trouvent de nombreux feldspathides. Tous ces feldspathides, dit M. Coleman, sont décomposés en matières incertaines, ayant apparemment les caractères du kaolin (1).

En août 1907, comme un prospecteur canadien, M. Fremlin, m'avait dit avoir trouvé sur la côte sud-est du lac Népigon une roche blanche qui avait l'aspect du kaolin, j'allai avec lui et un autre prospecteur, M. Baycroft, explorer ce gisement.

Nous remontâmes en canot la rivière Népigon, faisant portage aux chutes et rapides. A peu près au milieu de son cours, c'est-à-dire vers le 21e mille, cette rivière est bordée d'énormes palissades, hautes de plus 200^m en certains endroits.

Le gisement de la roche blanche que nous cherchions se trouve dans la première et la deuxième baie à l'ouest du bras occidental de l'issue de la rivière Népigon.

Les explorateurs ont appelé, de leurs noms, la première baie *Baie du Cailland*, la seconde *Baie Fremlin*; le cap qui sépare les deux baies a reçu le nom de *Cap Romanet*.

La roche blanche en question est une roche argilo-calcaire stratifiée à peu près horizontalement. Sa limite ouest est dans la baie Fremlin à environ 1^{km} du cap Romanet; là elle est encaissée du côté de l'ouest par un granite rouge brun, qui, au moment où ladite roche blanche paraît en palissade devant le lac, semble s'enfoncer perpendiculairement.

De ce point à l'est, vers le cap Romanet, sur une longueur approximative de 1^{km}, le bord du lac est formé par une palissade de lave à failles perpendiculaires d'environ 40^m de haut. Sous la lave, la roche blanche paraît deux ou trois fois.

A 500^m du cap Romanet, la couche visible de cette roche blanche a environ 10^m d'épaisseur; il est probable qu'elle a encore une grande profondeur au-dessous du niveau du lac.

En ce point, sur le contrefort de la palissade produit par les éboulements, on trouve un amas de terre blanche, semblable comme aspect et toucher au kaolin de Saint-Yrieix, quoique un peu plus grise, et mélangée de nodules d'une pierre dure, du quartz probablement.

Le cap Romanet tourné, sur le bord occidental de la baie du Cailland, la rive est plate, la lave s'étant arrêtée à certaine distance et ayant seulement envoyé quelques petits ruisseaux jusqu'au rivage. Mais le dépôt de roche blanche s'étend jusqu'au rivage et même au delà. Soit au bord, soit dans l'eau, il est visible en quatre ou cinq endroits.

Des échantillons de la roche blanche furent emportés par moi à Limoges; leur analyse montre que c'était une argile de la composition du kaolin, mais additionnée de calcaire en proportions variables, 32,50 pour 100 de

(1) *Ibid.*, p. 129.

calcaire dans les parties hautes, 7 pour 100 seulement au niveau du lac. En outre, cette roche contient de l'oxyde de fer non magnétique, parfois jusqu'à 0,50 pour 100.

L'échantillon de terre blanche semblable au kaolin de Saint-Yrieix, que j'avais pris à la baie Fremlin, ne put être analysé; il avait disparu pendant notre voyage de retour sur la rivière Népigon.

Il est possible que dans ses parties plus profondes, la roche blanche en question se dépouille presque complètement de son calcaire et devienne une argile plastique analogue à la terre à porcelaine du Limousin.

La superficie de ce dépôt argilo-calcaire semble être d'au moins 100^{ha}.

Son origine serait sédimentaire, si l'on considère sa stratification à peu près horizontale. D'autre part, il est possible qu'une masse de feldspath ait été décomposée sur place, probablement par des phénomènes thermaux, fort naturels en ces terrains éruptifs ([1]). Puis le sommet de cette masse de feldspath décomposé aurait été couronné par un dépôt calcaire qui se serait mélangé à l'argile en proportion décroissante avec la hauteur.

Enfin sera venue une invasion éruptive de lave, qui recouvrit le dépôt argilo-calcaire jusqu'à la baie Fremlin et jusqu'au cap Romanet et s'arrêta à 200^{m} environ du centre de la côte ouest de la baie du Caillaud.

La vaporisation des éléments liquides du dépôt argilo-calcaire amena des craquelures dans la lave, y entraînant d'une part du carbonate de chaux, qui s'y déposa en cristaux à facettes; d'autre part de l'argile, qui y forma des veines, parfois mêlées à des gouttelettes de lave, aujourd'hui solidifiées en billes de diverses couleurs.

Les couches inférieures de la lave ont été veinées par la pénétration de l'argile et, sur la rive du lac, on trouve des morceaux de lave à marbrure multicolore.

Cette lave contenait certains principes métalliques; des échantillons pris au hasard ont donné, les uns 16 pour 100 de fer, d'autres des traces de zinc, avec du nickel et du chrome en quantité plus appréciable.

A sa surface, le dépôt argilo-calcaire a subi les effets de la chaleur de la lave, comme ont fait les *Porcelanites* du mont Cezallier ([2]).

A ma présente Communication je joins des échantillons de ce dépôt

---

([1]) Cf. *La théorie rapportée*, par A. de Lapparent, *in Traité de Géologie*, édition de 1885, p. 1131.

([2]) A. DE LAPPARENT, *op.* et *ed. cit.*, p. 1328.

argilo-calcaire pris à différentes hauteurs, depuis le niveau du lac jusqu'à 10^m au-dessus, des cristaux calcaires inclus dans la lave jusqu'à plusieurs mètres de haut, un croquis topographique, des photographies, enfin une carte du nord de l'Ontario, où se trouve le lac Népigon.

M. DE MAYNARD adresse *quelques tiges de chêne dont les feuilles sont atteintes d'une maladie produite par un champignon.*

(Renvoi à l'examen de M. Prillieux.)

M. W. DE FONVIELLE adresse une Note *Sur l'absence de corps de déchirure dans les ballons du système Zeppelin.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. HENRI BACCONNIER adresse un Mémoire intitulé : *Rôle des différents nuages dans la production de la pluie.*

(Renvoi à l'examen de M. Violle.)

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 3 AOUT 1908.

Intégromètre à lame coupante, par M. le colonel JACOB. Paris, Laboratoire central de la Marine, 1908; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Théories des phénomènes électriques avec extension à la chaleur, l'optique et l'acoustique, et de la mécanique basées sur l'influence, par RENÉ PICARD DU CHAMBON. Paris, Lahure, 1908; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

The Selkirk range, by A.-O. WHEELER; Vol. I : Texte; Vol. II : Cartes. Ottawa, Government printing Bureau, 1905; 1 vol. et 1 étui in-8°. (Offert par Mme Laussedat.)

Expedition antarctique belge. Résultats des voyages du S. Y. Belgica en 1897-1898 1899. Rapports scientifiques : Physique du globe. *Mesures pendulaires*, par G. LECOINTE. — Océanographie. *Relations thermiques. Rapports sur les observations thermométriques faites aux stations de sondages*, par HENRYK ARCTOWSKI et HUGH ROBERT MILL. — Geologie. *Glaciers actuels et vestiges de leur ancienne extension*, par HENRYK ARCTOWSKI. — Zoologie. *Cirripedia*, by P.-P.-C. HOEK; *Pennatululien*, von HECTOR-F.-E. JUNGERSEN; *Scaphopoden*, von L. PLATE; *Turbellarien*, von LUDWIG BÖHMIG. Anvers, 1907-1908; 7 fasc. in-4°.

Observations océanographiques et météorologiques dans l'océan Indien : septembre, octobre, novembre 1856-1904. Tableaux et planches. Utrecht, koninklijk nederlandsch meteorologisch Institut, 1908; 1 fasc. in-4° et 1 fasc. in-4° oblong.

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par A. ANGOT; année 1904. I : *Mémoires*. Paris, Gauthier-Villars, 1908; 1 vol. in-4°.

On the rainfall in Java. Results of the observations at more than sevenhundred stations in the period 1879 *till* 1905, by Dr W. VAN BEMMELEN. Batavia, 1908; 1 fasc. in-f°.

Neue Untersuchungen über die Reifung und Befruchtung, von F. VEJDOVSKY, mit 9 Tafeln und 5 Textfiguren. Prague, 1907; 1 fasc. in-f°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse; 2e série, t. VII. Toulouse, 1907; 1 vol. in-8°.

Revue scientifique, paraissant le samedi; 5e série, t. IX, nos 7-25, 1er semestre 1908, et t. X, nos 1-5, 2e semestre 1908. Paris, 1908; 23 fasc. in-4°.

Revue des Questions scientifiques, publiée par la Société scientifique de Bruxelles; 3e série, t. XIV, 20 juillet 1908. Louvain; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 10 AOUT 1908.

Comptes rendus des séances de la deuxième réunion de la Commission permanente et de la première Assemblée générale de l'Association internationale de Sismologie, réunie à la Haye du 21 au 25 septembre 1907, rédigés par le secrétaire général R. DE KOVESLIGETHY. [Budapest, imp. V. Hornyansky, 1908]; 1 vol. in-4°.

Votre flotte aérienne, par WILFRID DE FONVIELLE et GEORGES BESANÇON. Paris, Gauthier-Villars, 1908; 1 vol. in-8°.

Les problèmes de Plateau, de Dirichlet, de Gauss, etc. généralisés et résolus à l'aide de la théorie des pseudo-surfaces, par l'abbé ISSALY. Bordeaux, chez l'auteur, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

A geological Map of Armenia and its border-ranges with indications of minerals and mineral springs, drawn and hand-coloured by FÉLIX OSWALD. Nottingham, E.-L. Kent et fils, s. d.; 1 feuille in-plano. (Acquisition.)

Explanatory notes to accompany a geological Map of Armenia, by FELIX OSWALD. Londres, Dulau et Cie, 1907; 1 fasc. in-8°.

Geography and Geology of a portion of southwestern Wyoming, with special

reference to coal and oil, by A.-C. VEATCH. (United States geological Survey. Professional paper, n° 56.) Washington, 1907; 1 vol. in-4°.

The Ceratopsia, by JOHN-B. HATCHER, based on preliminary studies by OTHNIEL-C. MARSH, edited and compiled by RICHARD-S. LULL. (Monographs of the United States geological Survey; t. XLIX.) Washington, 1907; 1 vol. in-4°.

Études de systématique et de géographie botanique, sur la flore du bas et du moyen Congo, par ED. DE WILDEMAN; fasc. 3, p. 221-368; planches LXIX à LXXXIX. (*Annales du Musée du Congo : Botanique,* 5e série, t. II.) Bruxelles, 1907-1908; 1 fasc. in-f°.

Tuberkuloseschützimpfung der Rinder mit nichtinfektiösen Impfstoffen, von Prof. Dr KLIMMER. Leipzig, J.-A. Barth, 1908; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

ERRATA.

(Séance du 27 juillet 1908.)

Note de M. *P. Pascal,* Remarque sur la susceptibilité magnétique des solutions :

Page 243, ligne 21, *au lieu de* — 1,95 *lisez* + 3,12.

Même page, ligne 22, *au lieu de* — 2,95 *lisez* + 2,30.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 AOUT 1908.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur un problème relatif à la théorie des systèmes orthogonaux et à la méthode du trièdre mobile.* Note (¹) de M. **Gaston Darboux.**

5. Toutes les intégrations sont effectuées. Nous n'avons plus qu'à revenir à la question posée : quelle est la condition pour que le système orthogonal soit réversible, c'est-à-dire pour que le mouvement du trièdre (T_0) par rapport au trièdre (T) engendre un système orthogonal? Il faudra que x, y, z jouent, par rapport à ce mouvement, le rôle des quantités P, P_1, P_2 dans le système primitif, c'est-à-dire qu'on ait des équations telles que les suivantes :

$$\frac{\partial x}{\partial \rho_1} = \beta'_{01} y, \qquad \frac{\partial x}{\partial \rho_2} = \beta'_{02} z$$

ou, en tenant compte des formules (12) et (14),

$$(39) \qquad \frac{\partial x}{\partial \rho_1} = \beta_{10} y - X_1 y, \qquad \frac{\partial x}{\partial \rho_2} = -X_2 z.$$

Or, si l'on substitue les valeurs trouvées pour x, y, z en tenant compte des équations (15), on trouve qu'on doit avoir

$$X_1(\theta''_1 - \theta_1) = 0, \qquad X_2(\theta''_2 - \theta_2) = 0.$$

Ainsi les fonctions θ doivent satisfaire aux équations

$$(40) \qquad \theta = \theta'', \qquad \theta_1 = \theta''_1, \qquad \theta_2 = \theta''_2.$$

(¹) Voir les *Comptes rendus* des 3 et 10 août 1908, p. 287 et 325.

Et alors il devient évident sur les équations (38) que le résultat cherché est obtenu. Car, en vertu des relations précédentes, les formules (38) dérivent des formules (35) où l'on aura remplacé les fonctions arbitraires θ et les fonctions a_i par leurs dérivées, qui satisfont aux mêmes équations et aux mêmes relations différentielles. Il suffira simplement de changer le signe de la constante h^2.

La question que nous nous étions proposée est donc entièrement résolue. Il n'y a plus qu'à interpréter la solution.

Pour le faire avec simplicité, nous remarquerons que, d'après les formules (33), toutes les surfaces qui composent le système général sont à lignes de courbure planes dans les deux systèmes. En effet, la première de ces équations, par exemple, ne contenant pas la variable ρ, représente un plan qui passe par l'intersection des surfaces de paramètres ρ_1, ρ_2. Des conclusions analogues s'étendent aux deux autres équations (33). Ainsi :

Le système général défini par les formules (33) *ou par les suivantes* (34), (35) *et* (36) *est formé de surfaces à lignes de courbure planes; quelles que soient les fonctions arbitraires* θ, θ_1, θ_2, *il a sa représentation sphérique définie par les formules* (19).

6. Examinons maintenant le cas spécial où les fonctions θ_i satisfont aux équations (40). Pour le caractériser, nous nous appuierons sur des formules données par Lamé. Si R_{ik} désigne le rayon de courbure principal de la surface de paramètre ρ_i suivant l'arc $H_k\,d\rho_k$, on a, d'après Lamé,

$$(41)\quad \left\{\begin{aligned} R_{01} &= -\frac{H_1}{\beta_{01}}, & R_{12} &= -\frac{H_2}{\beta_{12}}, & R_{20} &= -\frac{H}{\beta_{20}}, \\ R_{02} &= \frac{H_2}{\beta_{02}}, & R_{10} &= -\frac{H}{\beta_{10}}, & R_{21} &= -\frac{H_1}{\beta_{21}}. \end{aligned}\right.$$

Ici, par exemple, en utilisant les formules (12) et (36), on trouvera

$$(42)\quad \left\{\begin{aligned} R_{01} &= -\frac{a}{a'_2}\theta'_2 - \theta' - \frac{\theta''_1}{a'_2}W + \frac{\theta'_1}{a'_2}\frac{\partial W}{\partial\rho_1}, \\ R_{02} &= -\frac{a'}{a_1}\theta'_1 - \theta' - \frac{\theta''_2}{a_1}W + \frac{\theta'_2}{a_1}\frac{\partial W}{\partial\rho_2}. \end{aligned}\right.$$

Cherchons si les lignes de courbure de la surface de paramètre ρ, qui sont planes, peuvent en outre être circulaires. Il faudra, pour cela, que le rayon de courbure correspondant ne varie pas quand on se déplacera suivant la

ligne considérée. Or on a

$$\frac{\partial R_{01}}{\partial \rho_1} = \frac{W}{a'_2}(\theta_1 - \theta''_1), \qquad \frac{\partial R_{02}}{\partial \rho_2} = \frac{W}{a_1}(\theta'_2 - \theta''_2).$$

Ainsi, pour que la ligne d'indice i soit circulaire, il sera nécessaire et suffisant qu'on ait

$$\theta'_i = \theta''_i.$$

Si donc on a

$$(43) \qquad \theta' = \theta'', \qquad \theta'_1 = \theta''_1, \qquad \theta'_2 = \theta''_2,$$

toutes les lignes de courbure seront circulaires, et *vice versa*.

Remarquons que les équations (43) seront toujours vérifiées, si le système est réversible. Car elles sont de simples conséquences des équations (40). D'ailleurs, on obtient évidemment les solutions les plus générales des équations (43) en ajoutant des constantes arbitraires aux solutions des équations (40). Si l'on se reporte aux équations (35), on voit que les systèmes orthogonaux correspondant aux solutions θ_i des équations (43) ne diffèrent pas essentiellement des systèmes réversibles, *qu'ils s'en déduisent par une simple translation*. Si l'on néglige cette translation, on peut dire que les systèmes réversibles, pour lesquels les fonctions θ doivent satisfaire aux équations (40), sont caractérisés par cette propriété d'avoir toutes leurs lignes de courbure circulaires, c'est-à-dire d'être formés de cyclides de Dupin ou de leurs variétés.

7. Si nous écartons toujours le cas limite où h serait nulle, les solutions générales des équations (40) sont fournies par les formules

$$(44) \qquad \theta = Ca + Da, \qquad \theta_1 = C_1 a_1 + D_1 a'_1, \qquad \theta_2 = C_2 a_2 + D_2 a'_2,$$

où C_i et D_i désignent des constantes. Alors les équations (33) qui définissent le système triple prendront la forme

$$(45) \qquad \begin{cases} a_1 y - a'_2 z = (C_1 + D_2) h^2, \\ a_2 z - a' x = (C_2 + D\;) h^2, \\ a x - a_1 y = (C\; + D_1) h^2, \end{cases}$$

qui montre qu'on pourrait, sans restreindre la généralité, annuler les trois constantes C_i ou les trois constantes D_i.

Posant

$$(46) \qquad C_1 + D_2 = \alpha, \qquad C_2 + D = \beta, \qquad C + D_1 = \gamma.$$

on a, pour définir le système triple, les trois équations

$$(47)\qquad \begin{cases} a_1 y - a'_2 z = \alpha h^2, \\ a_2 z - a' x = \beta h^2, \\ a x - a'_1 y = \gamma h^2, \end{cases}$$

qui permettent de l'étudier complètement.

On peut aisément, en utilisant la condition

$$a_i^2 - a_i'^2 = h^2,$$

obtenir l'équation de chacune des familles qui composent le système triple.

On aura, par exemple,

$$h^2 y^2 = (a'_2 z + \alpha h^2)^2 - (a x - \gamma h^2)^2$$

et, après quelques transformations, il viendra

$$x^2 + y^2 + z^2 + (\gamma^2 - \alpha^2 - \beta^2) h^2 - 2(\beta a' + \gamma a) x = 2 \alpha a'_2 z.$$

On se servira des relations

$$a' x + \beta h^2 = a_2 z, \qquad a_2^2 - a_2'^2 = h^2$$

pour éliminer ρ_2; et l'on obtiendra l'équation de la famille de paramètre ρ sous la forme :

$$(48)\qquad [x^2 + y^2 + z^2 - (\beta^2 + \alpha^2 - \gamma^2) h^2 - 2(\beta a' + \gamma a) x]^2 = 4 \alpha^2 [(a' x + \beta h^2)^2 - h^2 z^2].$$

Si l'on avait dirigé autrement l'élimination, on aurait obtenu cette même équation sous une autre forme :

$$(49)\qquad [x^2 + y^2 + z^2 + (\alpha^2 + \gamma^2 - \beta^2) h^2 - 2(\beta a' + \gamma a) x] = 4 \alpha^2 [(a x - \gamma h^2)^2 + h^2 y^2].$$

L'une et l'autre de ces deux équations mettent en évidence une famille de cyclides de Dupin. C'est ce que montrent aussi les formules qu'on obtient en substituant dans les formules générales les valeurs de θ, θ_1, θ_3 qu'on peut réduire, nous l'avons vu, à $\beta a'$, $\gamma a'_1$, $\alpha a'_2$ respectivement.

On aura ainsi, d'après les formules (35),

$$(50)\qquad \begin{cases} x = \mathrm{H} = \alpha \dfrac{a_2 a'_1}{\mathrm{W}} + \beta \dfrac{a'_1 a'_2}{\mathrm{W}} + \gamma \dfrac{a_1 a_2}{\mathrm{W}}, \\ y = \mathrm{H}_1 = \alpha \dfrac{a_2 a}{\mathrm{W}} + \beta \dfrac{a a_2}{\mathrm{W}} + \gamma \dfrac{a'_2 a'}{\mathrm{W}}, \\ z = \mathrm{H}_2 = \alpha \dfrac{a' a'_1}{\mathrm{W}} + \beta \dfrac{a a_1}{\mathrm{W}} + \gamma \dfrac{a_1 a'}{\mathrm{W}}, \end{cases}$$

et les expressions des rayons de courbure deviendront

$$
(51)\qquad \left\{
\begin{aligned}
R_{01} &= -\alpha\frac{aa_2}{a_2'} - \beta a - \gamma a',\\
R_{02} &= -\alpha\frac{a'a_1'}{a_1} - \beta a - \gamma a',\\
R_{12} &= -\beta\frac{a_1 a}{a'} - \gamma a_1 - \alpha a_1',\\
R_{10} &= -\beta\frac{a_1' a_2'}{a_2} - \gamma a_1 - \alpha a_1',\\
R_{20} &= -\gamma\frac{a_1 a_2}{a_1'} - \alpha a_2 - \beta a_2',\\
R_{21} &= -\gamma\frac{a_2' a'}{a} - \alpha a_2 - \beta a_2'.
\end{aligned}
\right.
$$

On voit que les deux rayons de courbure afférents à chaque ligne d'intersection demeurent constants sur cette ligne, qui est donc nécessairement un cercle. Mais les formules précédentes conduisent encore à d'autres remarques.

La forme linéaire des équations nous montre que le système obtenu résulte de la composition de trois autres systèmes, dans lesquels on conserverait seulement les termes contenant une des constantes α, β, γ. Considérons, par exemple, le premier de ces systèmes, celui qu'on obtiendrait en faisant

$$\beta = \gamma = 0.$$

Les autres s'en déduiraient par des permutations circulaires.

Les formules (51) nous donnent alors

$$R_{12} = R_{10} = -\alpha a_1', \qquad R_{20} = R_{21} = -\alpha a_2.$$

Cela signifie que les surfaces de paramètre ρ_1 et de paramètre ρ_2 sont des sphères.

Au reste, des permutations effectuées sur l'équation (48) nous donnent les équations mêmes de ces deux familles de sphères, qui sont

$$
(52)\qquad \left\{
\begin{aligned}
&x^2 + y^2 + z^2 + \alpha^2 h^2 - 2\alpha a_1 y = 0,\\
&x^2 + y^2 + z^2 - \alpha^2 h^2 - 2\alpha a_2' z = 0.
\end{aligned}
\right.
$$

Quant à la famille des surfaces de paramètre ρ, elle aura pour équation

$$
(53)\qquad (x^2 + y^2 + z^2 - \alpha^2 h^2)^2 = 4\alpha^2(a'^2 x^2 - h^2 z^2).
$$

Les cyclides qu'elle représente ont pour points coniques fixes les deux points dont les coordonnées sont

$$x = 0, \qquad z = 0, \qquad y = \pm \alpha h.$$

Si l'on fait une inversion ayant l'un de ces points pour pôle, on transforme le système triple en celui qui engendre les coordonnées polaires et qui est formé par une famille de sphères concentriques, une série de cônes de révolution ayant pour axe un diamètre fixe de ces sphères, et enfin une famille de plans passant par ce diamètre. Les systèmes que nous avons rencontrés ici et qui sont définis par les formules générales (35) sont donc identiques à ceux que nous avons signalés au n° 1059 de nos *Leçons sur la théorie générale des surfaces et les applications du Calcul infinitésimal.*

Si h^2 était négatif, on verrait facilement qu'il faudra prendre pour pôle de l'inversion l'un des points dont les coordonnées sont

$$x = 0, \qquad y = 0, \qquad z = \pm \alpha h i.$$

Le cas particulier que nous venons d'examiner offre l'avantage de nous conduire à une construction élégante et précise de nos systèmes orthogonaux les plus généraux. Pour plus de simplicité, bornons-nous au cas où h est positif. Alors, si l'on soumet les trois familles représentées par les trois équations (52) et (53) à l'inversion définie par les formules

$$(54) \qquad \frac{x}{x'} = \frac{y - \alpha h}{y' - \alpha h} = \frac{z}{z'} = \frac{2\alpha^2 h^2}{x'^2 + (y' - \alpha h)^2 + z'^2},$$

elles se transforment, comme nous l'avons indiqué, dans les trois familles représentées par les équations suivantes,

$$(55) \qquad \left\{ \begin{aligned} & x'^2 + y'^2 + z'^2 = \alpha^2 h^2 \frac{a_1 + h}{a_1 - h} = \alpha^2 h^2 \left(\frac{e^{\rho_1} + 1}{e^{\rho_1} - 1} \right)^2, \\ & y' = z' \frac{h}{2} (e^{\rho_2} - e^{-\rho_2}), \\ & x'^2 + y'^2 = \frac{1}{4} (e^{\rho} - e^{-\rho})^2 x'^2, \end{aligned} \right.$$

qui engendrent le système des coordonnées polaires. Et, *comme nos systèmes orthogonaux ont tous la même représentation sphérique*, on voit qu'une simple inversion pourra faire dériver, du trièdre (T_0) relatif aux coordonnées polaires, un trièdre afférent au système orthogonal obtenu par l'inversion (54) et qui aura même orientation que le trièdre (T) de nos systèmes triples les plus généraux. Ce point étant acquis, le reste ne présente plus

aucune difficulté. Car les formules (35) expriment qu'on obtient l'origine de (T) en composant deux vecteurs dont l'un a pour projections sur les axes fixes θ, θ_1, θ_2 et l'autre a pour projections sur les axes du trièdre mobile θ', θ'_1, θ'_2. En d'autres termes, pour obtenir l'origine de (T) il suffira d'imprimer à l'origine des coordonnées une première translation, dont les composantes relatives aux axes fixes seront θ, θ_1, θ_2, puis une seconde translation, dont les composantes relatives aux axes du trièdre (T) seront θ', θ'_1, θ'_2. Ainsi, au point de vue géométrique, deux translations et une inversion suffisent à la construction du système orthogonal.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la recherche d'une classe particulière de rayons qui peuvent être émis par le Soleil.* Note (¹) de M. H. Deslandres.

A la dernière séance M. Durand-Gréville a présenté une Note fort intéressante sur le phénomène du second crépuscule qui a été reconnu d'abord en montagne au coucher du Soleil et a été étudié de divers côtés depuis un siècle. M. Durand-Gréville, qui est un observateur très délicat, annonce que le phénomène est général et qu'il est visible pour un œil exercé en plaine sur les brumes du ciel, tous les jours et à toutes les latitudes. Il conclut à l'existence d'un conoïde lumineux, qui pénètre à l'intérieur du cône d'ombre, et réillumine la partie est du ciel 15 à 20 minutes après le coucher de l'astre.

D'autre part, l'explication du phénomène est toujours pendante. Si l'on se borne aux principales idées qui ont été émises, les uns attribuent la réillumination à une réfraction spéciale déterminée par la vapeur d'eau et la diminution de température; les autres invoquent une réflexion des rayons solaires sur les couches supérieures de l'atmosphère. M. Durand-Gréville semble se rallier à cette dernière opinion, et il indique comme couche réfléchissante possible la couche d'inversion de température qui a été découverte par M. Teisserenc de Bort.

La seconde explication est évidemment à retenir, et cependant je crois devoir en indiquer une autre, basée sur des hypothèses *a priori* moins simples. Mais ces hypothèses, une fois admises, expliquent aussi bien les choses, autant que je puis juger, et de plus ont l'avantage, pour moi no-

(¹) Présentée dans la séance du 10 août 1908.

table, de suggérer des recherches nouvelles, utiles pour la reconnaissance complète du rayonnement solaire.

Le rayonnement solaire, constaté à la surface de la Terre, s'étend, comme on sait, de la longueur d'onde 10^{μ} environ dans l'infra-rouge à $0^{\mu},3$ environ dans l'ultra-violet. Ces limites lui sont imposées d'un côté par l'absorption de la vapeur d'eau, et de l'autre par l'absorption des gaz permanents. Mais ces bandes d'absorption ne doivent pas s'étendre indéfiniment; du côté ultra-violet, par exemple, à une certaine distance de $0^{\mu},3$, l'atmosphère peut redevenir transparente. A ce propos, je rappelle que M. Blondlot a annoncé, en 1903, l'émission par le Soleil de rayons analogues à ses rayons n dont la longueur d'onde est voisine de $0^{\mu}.01$. La manifestation de ces rayons n'a pas, il est vrai, été admise par plusieurs physiciens ; mais personne n'a mis en doute la possibilité de l'émission de semblables rayons dans l'ultra-violet.

Dans l'ultra-violet, la bande d'absorption, d'après les recherches de Schumann, s'étend au moins jusqu'à $0^{\mu},1$; mais, au delà, on peut admettre l'existence de rayons capables de traverser notre atmosphère ; on peut supposer de plus qu'ils ont un indice de réfraction plus grand que les rayons connus; d'ailleurs, aux environs des bandes d'absorption, la dispersion anomale est à prévoir; et, sur une bande plus ou moins étendue, les indices sont beaucoup plus grands ou beaucoup plus petits.

Pour ces rayons, si le rapport $\frac{n-1}{d}$ (n étant l'indice et d la densité du gaz) est cinq à six fois plus grand qu'avec les rayons lumineux, le coucher du Soleil aura lieu environ 15 minutes après le coucher du Soleil observé avec notre œil. Si, de plus, on admet que ces rayons excitent la phosphorescence des particules atmosphériques, ce qui est une supposition assez naturelle avec les rayons ultra-violets, le phénomène du second crépuscule peut s'expliquer par leur intervention [1].

Ces considérations sont exposées longuement, parce qu'elles suggèrent une méthode simple pour la recherche directe des nouveaux rayons supposés et des rayons similaires.

En réalité, l'atmosphère terrestre agit à l'égard des rayons solaires comme un prisme dont l'angle augmente avec la distance zénithale du Soleil; elle

---

(1) La phosphorescence provoquée par ces rayons deviendrait apparente seulement lorsque l'éclairement crépusculaire est diminué suffisamment par l'abaissement progressif du Soleil au-dessous de l'horizon.

les dévie inégalement et peut les séparer. N'est-il pas indiqué d'utiliser ce prisme naturel pour rechercher directement les rayons solaires encore inconnus, qui ont un indice notablement plus grand ou plus petit que les rayons connus?

Tous les rayons inégalement déviés par l'atmosphère ont la propriété commune d'être contenus dans le vertical du Soleil, c'est-à-dire dans le plan passant par la verticale de l'observateur et le Soleil. L'appareil de recherche devra donc se mouvoir dans ce plan vertical et être porté par un cercle azimutal plus ou moins grossier, qui permette de le maintenir dans ce plan, même lorsque le Soleil est couché pour notre œil.

L'appareil lui-même réunira tous les moyens d'investigation connus pour la reconnaissance des rayonnements invisibles; il comprendra en particulier la plaque photographique, la série nombreuse des corps phosphorescents et les instruments qui mesurent la conductibilité de l'air et la déperdition des corps électrisés. L'observation sera d'ailleurs poursuivie en montagne ou même en ballon. Si l'on s'élève, l'absorption par l'atmosphère est en effet moindre, ce qui est un avantage; mais par contre la dispersion diminue, ce qui est un inconvénient. Comme le phénomène du second crépuscule n'est visible qu'au delà de 1600^m, il convient dans une première étude de s'élever au moins jusqu'à 2000^m; et, au coucher du Soleil (comme à son lever), les rayons à rechercher peuvent être, pendant quelques minutes, séparés des rayons ordinaires, et gênés seulement par la lumière diffuse du ciel. On peut espérer les déceler et découvrir une propriété qui permette ensuite de les séparer en plein jour, à midi, du rayonnement normal, et donc de les étudier en toute commodité.

La recherche de ces rayons particuliers qui peuvent être émis par le Soleil s'impose à l'astrophysicien; et l'Observatoire de Meudon l'aurait organisé déjà, s'il avait un personnel et un budget suffisants.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un orage à grêle ayant suivi le parcours d'une ligne d'énergie électrique*. Note [1] de M. **J. Violle**.

Notre savant confrère, M. Fagniez, m'a écrit du château de la Bonde (Vaucluse) que, le 26 juin dernier vers $5^h 30^m$ du soir, la région où il

[1] Reçue dans la séance du 10 août 1908.

réside une partie de l'année a été victime d'un orage de grêle dans des conditions particulièrement intéressantes :

« L'orage a sévi sur une longueur de 14km environ et sur une largeur approximative de 2km. Or on a remarqué que sa direction a correspondu à une ligne d'énergie électrique qui fonctionne depuis moins d'un an et où le courant, triphasé, circule sous une tension atteignant 45000 volts. Le tracé de cette ligne est assez sinueux parce qu'il n'a pu être établi qu'avec l'autorisation des propriétaires. Il est à peu près parallèle à une chaîne de montagnes de 1000m à 1100m de hauteur, nommée le *Lubéron*, qui jusqu'à présent passait pour attirer la grêle. La ligne elle-même est à une altitude comprise, pour la région, entre 200m et 400m. Elle est distante du Lubéron de 3km à 5km vers le Sud. De cette chaîne partent un certain nombre de vallées assez étroites que la ligne coupe perpendiculairement en gravissant les coteaux qui les limitent. On a observé que l'orage de grêle rencontrant, à son début, une de ces vallées qui le conduisait vers le Lubéron, terme habituel des orages, s'y est d'abord engagé, puis qu'il a franchi l'enceinte de cette vallée sur un point où elle s'abaisse, pour reprendre le parcours de la ligne électrique, qu'il n'avait pas d'ailleurs complètement quitté, et le suivre dès lors dans tous ses détours jusqu'à la fin de sa durée. Il a donc commencé exactement sur la ligne et il y est définitivement revenu.

» Les dégâts les plus importants se sont produits dans le voisinage immédiat de la ligne pour décroître à mesure qu'on s'en éloigne à droite et à gauche et pour cesser à 800m ou 1000m de chaque côté. Au centre de la zone frappée, dans le tracé et suivant les contours des câbles électriques, la grêle est tombée sans pluie pendant près d'un quart d'heure, tandis que des deux côtés elle était accompagnée d'eau.

» Dans la région, les orages viennent généralement dans un sens opposé à celui que le dernier a suivi et sans amener de grêle.

» Les observations précédentes donnent à penser que, par suite de l'action du courant, l'orage a pu être attiré et dirigé d'une certaine façon. »

La question soulevée par notre confrère est double : 1° la ligne d'énergie électrique a-t-elle attiré l'orage? 2° l'a-t-elle conduit?

Le deuxième point semble mis hors de doute. Sur le premier on ne saurait guère qu'émettre des conjectures. Si, en effet, l'usage des lignes télégraphiques a montré depuis longtemps que des conducteurs aériens peuvent amener l'électricité des orages jusqu'aux appareils mêmes, les lignes qui transportent l'énergie à haute tension et dont l'emploi ne remonte qu'à quelques années n'ont pas été, que je sache, plus particulièrement touchées par la foudre. Il est d'ailleurs bien établi que ces lignes ne constituent par elles-mêmes aucun danger pour les objets qui ne sont pas situés dans leur voisinage immédiat (¹). Faut-il conclure de là qu'elles ne peuvent en aucun

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIV, 1897, p. 1211.

cas agir sur un nuage de grêle? Je ne le pense pas. Entre le nuage et la ligne s'établit un champ électrique essentiellement variable, signalé par des effluves puissants. Et l'on conçoit qu'en un tel champ puissent se produire des actions à longue distance, comme des changements de potentiel capables de provoquer des chutes de grêle.

Notons encore une circonstance curieuse et bien instructive de l'orage qui nous occupe :

« Un des propriétaires de la région où a commencé l'orage, placé à 400^{m} de la ligne, a remarqué dans le voisinage de celle-ci trois boules grosses deux fois comme une tête d'homme, qui sont restées un moment en suspension, et dont l'explosion a été suivie immédiatement par la chute de grêle. »

Toutes ces choses se tiennent.

Nous devons souhaiter que la précieuse observation de M. Fagniez, établie avec tant de soin, en suscite d'autres également capables de nous faire pénétrer plus à fond ces phénomènes d'un si vif intérêt.

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions périodiques.* Note de M. P. Cousin, transmise par M. Appell.

Si $f(x, y)$ désigne une fonction méromorphe triplement périodique pour laquelle les trois systèmes de périodes conjuguées n'ont pas des valeurs particulières entraînant une réduction possible soit dans les périodes, soit dans le nombre des variables, on peut supposer, sans restreindre la généralité, *après avoir effectué sur les périodes une transformation convenable du premier ordre* et sur les variables une substitution linéaire déterminée, que la fonction $f(x, y)$ est le quotient de deux fonctions entières $\frac{g_1(x, y)}{g_2(x, y)}$ qui, toutes deux, satisfont aux équations fonctionnelles suivantes,

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} g_k(x, y+2i\pi) &= g_k(x, y) \\ g_k(x+\omega, y+i\beta) &= e^{\varphi(y)}\, g_k(x, y) \\ g_k(x+\omega', y+i\beta') &= e^{\frac{-2i\mu\pi}{\omega}x+\psi(y)}\, g_k(x, y) \end{aligned}\right\} \qquad (k=1, 2),$$

dans lesquelles β et β' sont réels, non tous deux commensurables avec π; μ est un entier, positif si la partie imaginaire de $\frac{\omega'}{\omega}$ est positive; $\varphi(y)$

et $\psi(y)$ sont deux fonctions entières de y satisfaisant aux identités

$$(2)\qquad \begin{cases} \varphi(y+2i\pi)=\varphi(y), \qquad \psi(y+2i\pi)=\psi(y), \\ \varphi(y+i\beta')-\varphi(y)=\psi(y+i\beta)-\psi(y). \end{cases}$$

L'expression générale de $f(x, y)$ dépend ainsi de la recherche de toutes les fonctions entières satisfaisant aux équations (1).

On peut toujours trouver une fonction entière $G(x, y)$ satisfaisant aux relations (1), où nous supposerons pour plus de simplicité $\mu=1$, lorsque $\varphi(y)$ et $\psi(y)$ sont deux fonctions entières arbitraires satisfaisant aux identités (2).

Pour y parvenir, on pose

$$F(y)=\frac{1}{2i\pi}[\omega\psi(y+i\beta)-\omega'\varphi(y+i\beta')]$$

et l'on forme une fonction entière, *convenablement déterminée*, qui s'annule lorsqu'on y remplace x par l'une quelconque des valeurs données par les relations

$$x=\frac{\omega}{2}+m\omega+n\omega'+F(y-mi\beta-ni\beta'),$$

où m et n prennent toutes les valeurs entières, positives, négatives ou nulles.

De ce résultat on conclut : 1° que dans les équations fonctionnelles (1) on ne peut pas, *dans le cas le plus général*, en multipliant $g_1(x, y)$ par une fonction entière qui ne s'annule pas, faire disparaître $\varphi(y)$ et $\psi(y)$ des exposants de e sans compliquer par ailleurs ces exposants; 2° qu'on peut toujours faire disparaître ces deux fonctions, sans que les exposants de e soient modifiés par ailleurs, en multipliant par une fonction entière *qui s'annule*.

Car, $\varphi(y)$ et $\psi(y)$ satisfaisant aux identités (2), il en sera de même de $-\varphi(y)$ et $-\psi(y)$. On peut donc trouver, d'après ce qui précède, une fonction entière $G_1(x, y)$ pour laquelle on ait

$$\begin{aligned} G_1(x, y+2i\pi) &= G_1(x, y), \\ G_1(x+\omega, y+i\beta) &= e^{-\varphi(y)}\, G_1(x, y), \\ G_1(x+\omega', y+i\beta') &= e^{-\psi(y)-\frac{2i\pi}{\omega}y}\, G_1(x, y). \end{aligned}$$

Les produits $H_1(x, y)$ et $H_2(x, y)$ de $g_1(x, y)$ et $g_2(x, y)$ par $G_1(x, y)$ satisfont alors aux équations

$$(3)\qquad \left\{ \begin{aligned} H_k(x, y+2i\pi) &= H_k(x, y) \\ H_k(x+\omega, y+i\beta) &= H_k(x, y), \\ H_k(x+\omega', y+i\beta') &= e^{\frac{-2i(\mu+1)\pi y}{\omega}}\, H_k(x, y) \end{aligned} \right\} \quad (k=1, 2).$$

La recherche de l'expression générale de $f(x, y) = \frac{H_1(x, y)}{H_2(x, y)}$, mise ainsi sous forme d'un quotient dont les termes ne sont pas premiers entre eux, revient à la recherche des fonctions entières satisfaisant à (3), et c'est là un problème dont la solution ne présente pas de difficultés sérieuses.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la formation de brouillards en présence de l'émanation du radium.* Note [1] de Mme CURIE.

Dans un travail antérieur j'ai montré que la présence de l'émanation du radium a pour effet de provoquer la condensation de la vapeur d'eau saturante ou non saturante, ainsi que celle d'autres vapeurs. Cette condensation se manifeste par un brouillard persistant, visible à la lumière d'un arc électrique [2].

J'ai montré que les centres de condensation ne peuvent être ni les ions formés dans le gaz, ni les molécules d'émanation. On pouvait supposer que ce sont les particules de radioactivité induite suspendues dans le gaz agissant soit par l'attraction électrostatique de leur charge, soit par affinité chimique. On pouvait aussi penser que sous l'action de l'émanation il se forme dans le gaz des composés chimiques susceptibles d'absorber la vapeur jusqu'à formation de gouttelettes. L'expérience est surtout favorable à cette deuxième manière de voir, et les expériences faites avec la vapeur d'eau sont particulièrement concluantes à ce sujet.

Les expériences étaient effectuées dans des ballons de verre scellés de 150^{cm^3} contenant le liquide ou solide à expérimenter et le gaz chargé d'émanation (air, gaz carbonique ou hydrogène). Pour l'observation, chaque ballon était placé dans un bain d'eau et éclairé par un faisceau de lumière convergent provenant d'un arc électrique. La quantité d'émanation était approximativement la même dans les diverses expériences; c'était la quantité limite pouvant être fournie par $0^{g},03$ de chlorure de radium. Des expériences témoins étaient faites avec des ballons ne contenant pas d'émanation. Les brouillards dus à l'émanation sont persistants et se distinguent facilement de ceux qui sont produits par des inégalités de température. Ils peuvent durer plus d'un mois et ils disparaissent peu à peu, par suite d'une diminution progressive du nombre des gouttes en même temps que l'émanation se détruit.

Avec l'eau pure et l'air chargé d'émanation, un brouillard persistant est

---

(1) Reçue dans la séance du 10 août 1908.

(2) *Comptes rendus*, décembre 1907.

observé; toutefois ce brouillard est faible; sa durée est de quelques jours. Si l'on remplace l'air par le gaz carbonique, on n'observe pas du tout de brouillard persistant. Mais si, au lieu d'employer de l'eau pure, on emploie un mélange d'eau et d'acide sulfurique à poids égaux, on obtient, aussi bien en présence d'air qu'en présence de gaz carbonique, un brouillard intense généralement très fin au début; ce brouillard peut être observé pendant plus d'un mois. La formation du brouillard est donc grandement facilitée par l'addition d'acide sulfurique à l'eau, alors que la pression de la vapeur d'eau est fortement diminuée.

Dans ces expériences les particules de radioactivité induite ne doivent donc pas servir directement de noyaux de condensation; ces particules existent en effet dans le gaz carbonique comme dans l'air; de plus, leur action devrait être plus énergique avec la vapeur d'eau saturante qu'avec celle non saturante. Il est assez naturel de penser que, si l'on opère avec de l'eau et de l'air, les centres de condensation sont les composés nitrés qui se forment dans l'air en présence de l'émanation. Si l'on opère avec le mélange d'eau et d'acide sulfurique, on est conduit à faire la supposition, qui peut paraître étrange, que des particules d'anhydride sulfurique se trouvent dans le gaz à la suite d'une action de l'émanation sur le liquide. Un brouillard très persistant est d'ailleurs obtenu dans un ballon qui contient de l'acide sulfurique concentré et de l'émanation dans du gaz carbonique; ce brouillard dure plus d'un mois, tandis que les brouillards bien plus intenses qu'on peut produire dans un ballon témoin par échauffement local durent moins d'une journée.

Des expériences variées ont été effectuées pour mettre en évidence le rôle des réactions chimiques.

Si un ballon qui contient de l'eau et de l'air chargé d'émanation n'est pas scellé, mais fermé avec un bouchon de caoutchouc, le brouillard obtenu est beaucoup plus dense et persiste beaucoup plus longtemps; on peut penser qu'en ce cas la formation des centres de condensation résulte de l'attaque chimique du bouchon avec oxydation de la matière organique et du soufre. Cette supposition est confirmée par l'expérience suivante: un ballon de verre scellé contient de l'eau, de l'air chargé d'émanation et une tige de verre portant un fragment de soufre fondu qui ne plonge pas dans l'eau. Un brouillard fin est observé dans le ballon et persiste pendant un mois; après l'expérience on constate dans l'eau la présence de traces d'acide sulfurique.

Des brouillards très intenses au début et persistant pendant un mois ont été observés avec de l'éther de pétrole et du sulfure de carbone en présence d'air chargé d'émanation; dans le second cas l'altération du liquide a été très rapide et s'est manifestée par la formation de pellicules brunes. L'éther anhydre en présence de gaz carbonique

et d'émanation donne aussi un brouillard persistant. Il s'agit probablement dans tous ces cas d'une attaque de ces corps organiques.

J'ai aussi examiné certains corps solides, et j'ai obtenu des brouillards épais et de très longue durée en employant l'iode dans du gaz carbonique chargé d'émanation et du camphre dans de l'air chargé d'émanation. Au contraire, si l'on emploie l'iode avec de l'air et de l'émanation, le brouillard ne persiste que quelques jours. Pendant la durée du brouillard intense des dépôts visibles se produisent sur la paroi de ces ballons qui ne contiennent pas de liquide.

On peut observer un brouillard avec l'actinium en présence d'eau et de gaz carbonique.

J'ai examiné l'action d'un champ électrique sur le brouillard formé en présence de l'émanation. J'ai employé pour cela un ballon d'un litre dans lequel se trouvaient deux plateaux parallèles formant électrodes. Le brouillard était obtenu à l'aide d'un mélange d'eau et d'acide sulfurique; le volume étant grand, il a fallu employer beaucoup plus d'émanation que précédemment. J'ai constaté que, dans leur ensemble, les gouttelettes se comportent comme si elles n'étaient pas chargées. Elles sont, il est vrai, violemment entraînées vers les électrodes, de sorte que le brouillard se trouve rapidement supprimé; toutefois, ce n'est là qu'un effet de déplacement de particules non chargées dans un champ non uniforme; l'entraînement se fait vers les bords des deux électrodes, et l'aspect du déplacement est indépendant du sens du champ.

La formation de brouillard dans un vase qui contient de l'émanation peut être considérée comme indice de réaction chimique. Quelques essais ont été faits dans mon laboratoire par M. Hirszfinkiel pour déterminer les produits des réactions qui ont pu avoir lieu dans les ballons ayant servi pour mes expériences. Les résultats les plus certains sont les suivants : formation d'un peu d'oxyde de carbone aux dépens du gaz carbonique (réaction déjà signalée par MM. Ramsay et Cameron), formation de composés nitrés dans l'air, formation de traces d'acides sulfurique et sulfureux en présence de soufre et d'air.

M. Barkow a étudié récemment la condensation de la vapeur d'eau sous l'influence des rayons Röntgen, de la lumière ultra-violette et des rayons pénétrants du radium. Il obtient fréquemment la condensation avec détente faible et l'attribue à la formation dans le gaz de certains composés chimiques tels que les composés nitrés ([1]).

([1]) *Annalen d. Physik*, 1907.

Les brouillards que j'observe sont composés de gouttelettes fines et mobiles entraînées dans les mouvements lents qui se produisent au sein du gaz. Quand un tel brouillard n'est pas visible, on croit souvent voir dans les ballons qui contiennent de l'émanation un brouillard bien plus fin encore dont l'existence n'a pu être démontrée avec certitude.

Une concentration assez forte en émanation est nécessaire au début pour la production du brouillard, lequel cependant peut persister ensuite pendant un mois, alors que la concentration de l'émanation est réduite dans un rapport de 200 environ.

BOTANIQUE. — *Recherches anatomiques sur l'appareil végétatif des Géraniacées.* Note de M. **Abel Legault**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Il résulte de l'ensemble de mes recherches que la famille des Géraniacées présente des particularités anatomiques très nettes qui contribuent à en faire un groupe parfaitement homogène.

Les tiges, pétioles et pédoncules floraux possèdent un épiderme formé d'éléments généralement arrondis et à membrane très épaissie. Certaines cellules sont allongées pour donner des poils subulés unicellulaires ou pluricellulaires et des poils capités. Ces derniers comprennent un pédicelle formé d'un à quatre éléments et une cellule terminale sécrétrice arrondie ou ovalaire plus large que les autres. Les éléments très collenchymateux de l'assise sous-épidermique sont disposés régulièrement et se distinguent nettement du parenchyme cortical proprement dit. Ce dernier tissu comprend des cellules arrondies dont les dimensions vont en augmentant de l'extérieur vers l'intérieur et contient souvent des réserves amylacées ou des cristaux maclés d'oxalate de calcium.

Le péricycle forme dans la tige et le pédoncule floral un anneau ligneux entourant les autres tissus du cylindre central. Dans le pétiole de quelques espèces, il n'est différencié qu'en face des faisceaux où il se montre cellulosique ou ligneux. Les rayons médullaires et la moelle sont constitués par de très grandes cellules arrondies et renferment souvent de l'amidon ou des cristaux maclés d'oxalate de calcium. Les faisceaux libéro-ligneux, toujours nettement séparés dans la structure primaire par de larges rayons médullaires, ont une forme ovalaire ou triangulaire, et il existe, entre le liber et le péricycle, des fibres plus ou moins lignifiées qui s'enfoncent parfois au milieu des éléments libériens. La section du pétiole présente à la base la forme

d'un triangle. Trois faisceaux libéro-ligneux passent de la tige dans cet organe et se placent aux trois sommets du triangle.

Le limbe possède un épiderme supérieur comprenant des cellules plus grandes et pourvues de membranes plus épaisses que celles de la face inférieure. En face des nervures, le tissu palissadique et le tissu lacuneux sont remplacés par du collenchyme. Chaque nervure entourée par un endoderme spécial comprend du bois ayant généralement une face convexe inférieure recouverte par le liber sur lequel se trouve appliqué un tissu à éléments polyédriques d'origine péricyclique. L'assise subéreuse de la racine contient, vers la moitié de son épaisseur, un réseau ligneux disposé longitudinalement. Dans la structure primaire, la racine possède deux faisceaux ligneux réunis au centre et deux faisceaux libériens alternant avec les premiers (quelques rares espèces ont trois faisceaux ligneux au centre de la racine et trois faisceaux libériens). L'assise génératrice libéro-ligneuse qui fonctionne de bonne heure donne des éléments ne se différenciant pas, au moins dans la première période de l'activité de l'assise, en bois et liber secondaires en face des pointes des faisceaux ligneux primaires. L'assise génératrice subéro-phellodermique apparaît entre l'écorce externe et l'écorce interne ou au-dessous de l'assise subéreuse.

La structure racine existe dans toute la longueur de l'axe hypocotylé.

On peut caractériser non seulement l'ensemble de la famille par sa structure histologique mais aussi les genres et même les espèces.

Genre Geranium. — Dans les plantes de ce genre, les cristaux maclés d'oxalate de calcium sont rares. Les deux faisceaux latéraux de la base du pétiole se dédoublent; une moitié de chaque côté continue le faisceau primitif et les deux autres se rapprochent en suivant le côté supérieur du triangle et se réunissent pour former un faisceau médian supérieur. La fusion a lieu assez loin de la base, vers le milieu de l'organe. Les faisceaux intercalaires sont rares à la caractéristique [1]. L'anneau péricyclique du pédoncule floral présente une faible épaisseur et le nombre des faisceaux libéro-ligneux de cet organe est toujours restreint.

Genre Erodium. — Dans les espèces de ce genre, on trouve communément des cristaux maclés d'oxalate de calcium. Les faisceaux supérieurs provenant du dédoublement des deux latéraux du pétiole se réunissent à la base pour former le faisceau médian supérieur et il existe presque toujours des intercalaires à la caractéristique. L'anneau péricyclique du pédoncule floral est faible et le nombre des faisceaux libéro-ligneux est toujours restreint dans cet organe.

---

(1) J'adopte le nom de *caractéristique*, proposé par M. Petit, pour désigner la coupe transversale faite dans le pétiole au voisinage du limbe.

Les autres genres *Monsonia*, *Pelargonium*, etc. auraient des caractéristiques anatomiques analogues.

La classification des Géraniacées n'a été établie jusqu'à présent qu'en tenant compte uniquement des caractères tirés exclusivement de la morphologie extérieure, particulièrement de la fleur et du fruit. Si l'on compare les résultats obtenus par ce classement à ceux que donne la classification anatomique, on constate d'une manière générale qu'il existe une concordance remarquable entre ces deux manières de traiter la description des Géraniacées. Toutefois, il est important de remarquer que la classification anatomique se suffit à elle-même et, dans plusieurs cas, se montre plus précise que celle tirée de la morphologie externe. En outre, les caractères histologiques permettent de reconnaître si un fragment quelconque de plante appartient au groupe des Géraniacées et bien souvent suffisent à eux seuls pour déterminer le genre et parfois même l'espèce. Par exemple, on peut, avec un fragment de l'épiderme inférieur de deux espèces d'*Erodium* les distinguer nettement l'une de l'autre alors que l'appareil végétatif de ces deux plantes présente extérieurement les plus grandes ressemblances (*Erodium Chium* et *Erodium malacoides*).

D'autre part, la classification anatomique des Géraniacées fait entrevoir certaines affinités qui ne pourraient être indiquées par la morphologie externe. C'est ainsi que le genre *Monsonia* qui, par l'aspect extérieur de ses espèces, semblerait plus voisin du genre *Erodium* que du genre *Pelargonium*, est au contraire visiblement plus rapproché de ce dernier genre lorsqu'on examine sa structure histologique. On voit donc que la famille des Géraniacées peut constituer un exemple typique à l'appui de ce fait général que, pour étudier les relations des végétaux entre eux, pour rechercher leurs affinités, il est nécessaire de faire appel à tous les caractères, aussi bien à ceux de la structure interne des tissus qu'à ceux de la forme extérieure des organes.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'origine de la couleur des raisins rouges.* Note de M. **Philippe Malvezin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Le 29 juin dernier, M. J. Laborde, de Bordeaux, indiquait, dans une intéressante Communication à l'Académie, qu'il était facile d'obtenir la coloration rouge du vin en opérant de la façon suivante :

« Si l'on prend des raisins verts de cépages rouges ou blancs et qu'on

traite leurs éléments solides par de l'eau chlorhydrique à 2 pour 100 d'acide chlorhydrique, à l'autoclave à 120°, pendant 30 minutes, on obtient un liquide magnifiquement coloré en rouge vineux et les parties insolubles du mélange renferment encore une grande quantité de couleur qu'on peut extraire par l'eau alcoolisée. »

Nous avons repris ces expériences en collaboration avec mon collègue Saunier, et voici ce que nous avons constaté : nous avons placé, dans un matras dont le col était laissé ouvert, quelques graines vertes d'un cépage médocain rouge et après y avoir ajouté de l'eau distillée bien neutre, sans addition d'aucune autre substance, le matras a été placé sur un bain-marie à 85°. Au bout de 17 heures, nous obtenions une coloration jaune assez intense qui, au bout de 24 heures, se transformait en une belle coloration rouge vineux.

Pensant que cette formation de couleur rouge pouvait bien être attribuée à une oxydation par l'air chaud, nous fîmes l'expérience suivante :

Un tube à essai reçut plusieurs graines vertes provenant de la même grappe que celles qui me servirent dans l'expérience rapportée plus haut. Après avoir introduit dans le tube de l'eau distillée récemment bouillie, il fut scellé à la lampe après que l'air en eut été chassé. Ce tube fut alors porté au bain-marie à 85°, comme le matras de l'expérience précédente.

Voici ce que nous vîmes : 17 heures après, une coloration jaune assez intense commence à apparaître; 5 heures plus tard cette coloration jaune se précise, mais sans apparition de teinte rouge; enfin 17 heures plus tard, la coloration jaune était toujours dans le même état. La pointe du tube fut alors brisée, puis nous le laissions refroidir pour faciliter l'accès de l'air et le reportions ensuite au bain-marie à 85°. Au bout de 8 heures la couleur rouge commence déjà à apparaître pour se préciser ensuite et prendre une belle teinte vineuse quelques heures plus tard.

L'interprétation de cette dernière expérience semble aisée : à 85° l'intervention de toute fermentation, même diastasique, est inadmissible; on ne peut donc que conclure à une oxydation par l'air à chaud, comme l'expérience du tube le montre clairement.

J'ai répété les mêmes expériences avec des graines vertes de muscat blanc et j'ai obtenu la coloration rouge dans des conditions identiques à celle obtenue avec des graines provenant de cépages rouges. D'autre part, j'ai placé, dans des matras ouverts, des feuilles, pampres, etc. et je les ai chauffés au bain-marie dans les conditions déjà exposées, pendant des temps variant de 46 à 65 heures, sans qu'il ne fût possible d'obtenir autre chose qu'une coloration jaune assez intense et paraissant de même nature que celle qui précédait la couleur vineuse dans les autres expériences. Enfin la matière colorante rouge ainsi obtenue, comme d'ailleurs celle obtenue par la méthode

indiquée par M. J. Laborde, est absolument instable à l'air, ainsi que mon ami Saunier et moi nous en sommes assurés à maintes reprises.

L'addition d'acide tartrique et d'alcool même à hautes doses n'a pu diminuer l'activité oxydante de l'air. D'autre part, en reportant au bain-marie à 85° la solution colorée déjà oxydée et *cassée*, on observe très rapidement la redissolution de la matière colorante déjà maintes fois observée dans la pasteurisation des vins cassés et la réapparition de la couleur vineuse. Toutefois cette action n'est pas durable et, au bout de quelques-unes de ces alternatives de casse et de redissolution de la matière colorante, celle-ci se précipite définitivement et il est alors impossible de lui rendre son éclat primitif.

Conclusions. — Il semble qu'on puisse résumer les faits précédents de la manière suivante :

1° Si l'on rapproche ces expériences de celle indiquée par Maumené : «... cueillez des raisins noirs quelques jours avant l'apparition de la couleur, lorsqu'ils sont encore franchement verts; laissez-les sécher à l'air par un temps chaud et sec; vous les verrez se colorer en peu de temps et devenir tout à fait noirs après la dessiccation complète. Faites la même épreuve en plaçant vos raisins dans le vide et ils se dessécheront en gardant leur couleur verte pure. »

Si l'on se souvient que Duclaux n'a jamais admis la présence de plusieurs matières colorantes, mais bien d'une seule se transformant continuellement, je crois être autorisé à penser comme ce savant et à conclure à la présence d'une unique matière chromogène qui, dans mes expériences, s'est transformée uniquement sous l'influence simultanée de l'air, de la chaleur et probablement aussi de la lumière et qui, dans la nature, se transforme sous les mêmes influences mises en œuvre par la présence de diastases appropriées.

2° Cette production de couleur rouge que j'ai montrée possible avec les grains de cépages blancs, dans les conditions de mes expériences, est impossible dans la nature, probablement à cause de l'absence dans ces cépages des diastases spécifiques.

3° La substance chromogène semble exister déjà dans les feuilles et les rameaux, mais encore insuffisamment parfaite pour se transformer sous l'influence des agents : chaleur, lumière et oxydation.

4° Enfin, la matière colorante rouge peroxydée, *cassée*, peut se redissoudre par élévation de température en rendant à sa solution sa couleur rouge brillante primitive, mais cette possibilité cesse au bout de quelques alternatives d'oxydation et de redissolution.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Radioactivité de certaines sources goitrigènes.* Note de M. Répin, présentée par M. Maquenne.

On admet généralement, depuis les travaux de la Commission sarde de 1848 et de la Commission française de 1861, que le goitre endémique est causé par l'ingestion de certaines eaux de sources qui posséderaient à cet égard une propriété spécifique et constante. Cette opinion est corroborée par un grand nombre de faits précis et d'observation journalière, sur lesquels nous ne pouvons nous arrêter ici. Quant à la nature de l'agent goitrigène, elle restait complètement inconnue et les hypothèses les plus variées ont été émises à ce sujet.

Au cours de plusieurs voyages d'études en Savoie, en Auvergne et dans l'Oise, nous avons pu éliminer au moins deux de ces hypothèses : celle d'un microbe et celle d'un élément minéral rare ou nouveau qui serait présent à l'état de traces. En revanche notre attention fut particulièrement attirée sur un phénomène singulier, à savoir la disparition spontanée de la propriété goitrigène de l'eau sous la seule action du temps, et d'un temps qui semble parfois très court. Il existe en effet des cas, de plus en plus nombreux à mesure que de nouvelles localités sont pourvues de canalisations d'eau, où l'on constate qu'une eau notoirement goitrigène à son point d'émergence cesse de l'être lorsqu'elle a effectué un parcours un peu long, soit dans des conduites, soit surtout à l'air libre, ou encore lorsqu'elle a séjourné dans des réservoirs. Inversement, il y a d'autres cas où, comme à Saillans, le goitre fit son apparition après que la captation, placée auparavant à quelques centaines de mètres au-dessous de la source, eût été reportée au griffon même.

Jusqu'à ces derniers temps, cette extinction spontanée de la propriété goitrigène ne pouvait être comparée à rien de connu. Mais depuis la découverte, par Curie et Laborde, de la radioactivité des eaux minérales, due à l'émanation du radium dont la durée n'est que de quelques jours, une analogie apparaissait entre les eaux goitrigènes et les eaux minérales.

Reprenant donc nos recherches dans cette direction, nous avons prélevé, avec les précautions voulues, dans les environs de Saint-Jean de Maurienne, quatre échantillons d'eaux, dont trois de sources sûrement goitrigènes et un d'eaux de ruissellement provenant des mêmes terrains. M. Danne, préparateur au laboratoire de Mme Curie, a bien voulu se charger d'examiner ces eaux au point de vue de la radioactivité ; nous l'en remercions vivement.

Voici les résultats de cet examen exprimés en unités Curie-Laborde :

Source de Villard-Clément n° 1	A = 0,031
Source de Villard-Clément n° 2	A = 0,011
Source de Saint-Pancrace	A = 0,014
Puisard peu profond près Saint-Pancrace	A = pas appréciable

En tenant compte de l'âge de l'eau au moment de l'examen (4 jours), ces chiffres signifient que la source de Villard-Clément n° 1 possède une radioactivité approximativement égale à celle des eaux de Contrexéville; la source de Villard-Clément n° 2 et celle de Saint-Pancrace sont comparables aux eaux de Dax.

La source que nous désignons sous le nom de *Villard-Clément* n° 1 est celle même, citée par plusieurs auteurs, où les conscrits venaient autrefois boire pendant quelques semaines avant le tirage au sort afin de prendre le goitre et de se créer ainsi un cas d'exemption. L'efficacité de cette eau est encore mise en évidence par ce fait que depuis plusieurs années elle ne sert plus à l'alimentation du village et qu'à la suite de ce changement le goitre a disparu.

La source de Villard-Clément n° 2, qui se trouve à 500^{m} de la précédente, est certainement goitrigène aussi, quoique sa réputation soit moins bien établie.

La source de Saint-Pancrace alimente un village dont la population renferme une très forte proportion de goitreux.

Quant au puisard, il est situé comme les sources précédentes dans des terrains calcaires et gypseux, mais il ne reçoit que des eaux de ruissellement qui ne sont d'ailleurs pas potables.

En résumé, les trois sources goitrigènes examinées sont radioactives au même degré que des eaux minérales bien caractérisées. Si l'on se rappelle que la propriété goitrigène s'évanouit dans un laps de temps qui ne dépasse pas quelques jours, il est permis de se demander si cette propriété n'est pas, directement ou indirectement, sous la dépendance de la radioactivité. Nous nous proposons d'étudier la question de plus près par de nouvelles recherches sur place et aussi en nous aidant de l'expérimentation sur les animaux qui sont, comme on le sait, sujets au goitre endémique.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les propriétés optiques de quelques éléments contractiles.* Note (1) de Mlle **Doris-L. Mackinnon** et M. **Fred Vlès**, présentée par M. Yves Delage.

Nous avons poursuivi, au laboratoire de Roscoff, sur différents organes contractiles, la comparaison des phénomènes de biréfringence et de dépo-

(1) Présentée dans la séance du 10 août 1908.

larisation commencée récemment par l'un de nous ([1]). Nos recherches ont porté sur : 1° divers éléments moteurs des Infusoires ciliés (cils, myonèmes); 2° des flagelles de Spermatozoïdes; 3° des palettes natatoires de Cténophores; 4° le corps et la membrane ondulante, à structure si discutée, de *Trypanosoma* (*Spirochæta*) *Balbianii* Certes. Le procédé de différenciation des deux phénomènes optiques a été, comme précédemment, l'immersion de la préparation dans des séries de liquides à indices de réfraction croissants. Nous rappelons que cette méthode consiste essentiellement à examiner si l'éclairement de l'objet est fonction de l'indice de réfraction du milieu extérieur et, en particulier, si cet éclairement disparaît (dépolarisation) ou non (biréfringence) quand l'objet est plongé dans un liquide de même indice que lui.

1° *Cils des Infusoires ciliés.* — L'examen a porté sur de gros Stentors et sur des Vorticelles. Il a mis nettement en évidence les phénomènes de dépolarisation. L'éclairement des cils s'éteint dans un liquide d'indice voisin de N = 1,51, pour reparaître dans un indice supérieur ou inférieur.

2° *Myonèmes.* — Nous avons étudié l'éclairement faible, mais net, du pédoncule de gros *Carchesium* (gaine et cordon). L'expérience d'immersion n'a montré aucune variation notable de l'éclairement, aussi bien pour la gaine du pédoncule que pour le cordon myophanique qu'elle entoure. Ces éléments doivent donc être considérés comme biréfringents.

3° *Flagelles des Spermatozoïdes.* — L'éclairement faible, mais net, des flagelles de gros Spermatozoïdes de *Triton cristatus* Laur. doit être considéré comme de la dépolarisation. Il est à noter que l'indice du liquide dans lequel s'éteignent ces éléments est un peu plus élevé que celui des cils vibratiles (N = 1,56 au lieu de 1,51).

4° *Palettes natatoires de Cténophores* (*Cydippe plumosa* Chun). — L'éclairement est dû à de la dépolarisation (extinction dans un liquide d'indice N = 1,54).

5° *Trypanosoma* (*Spirochæta*) *Balbianii* Certes. — Le corps de *T. Balbianii* et sa membrane ondulante (surtout le *filament bordant*) donnent une faible réaction entre nicols croisés. Cet éclairement est de la dépolarisation (extinction dans un liquide de N = 1,56) ([2]).

([1]) Fred Vles, *Sur la biréfringence apparente des cils vibratiles* (*Comptes rendus*, janvier 1908).

([2]) Ceci n'est pas sans intérêt à propos d'une discussion récente sur la nature des *stries de renforcement*, qui forment le *filament bordant* de cette membrane. Fantham (1908) les considère comme des myonèmes. Leurs propriétés optiques semblent cependant les éloigner de ces éléments et les rapprocher plutôt des flagelles.

La dessiccation agit sur les cils des Infusoires de la même manière que sur les cils épithéliaux, en détruisant l'éclairement, ce qui confirme encore l'hypothèse d'une dépolarisation.

Ces résultats, confirmant et étendant ceux précédemment exposés, montrent que les éléments contractiles paraissent se diviser en deux groupes au point de vue de leurs réactions entre nicols croisés : l'un dont l'éclairement est dû à de la biréfringence (éléments musculaires en général), l'autre dont l'éclairement est dû à de la dépolarisation (cils-flagelles).

HISTOLOGIE. — *Destinée des noyaux des cellules lécithogènes des* Rhabdocœles Note (1) de M. **Paul Hallez**, présentée par M. Yves Delage.

Les observations ont été faites sur *Paravortex*.

Les jeunes cellules lécithogènes ont dans le voisinage du noyau 6 à 10 granulations qui présentent tous les caractères des mitochondres. A mesure que la cellule grandit, les granulations deviennent de plus en plus nombreuses et l'on remarque qu'elles sont reliées entre elles par un filament sinueux. Dans la cellule mûre, ces chondromites forment une trame qui s'étend dans tout le cytoplasme. Après la formation du cocon, les cellules lécithogènes, qui sont au nombre d'une centaine, ne tardent pas à diffluer et l'ectolécithe est alors constitué par une masse protoplasmique tenant en suspension les noyaux et les granulations ergatoplasmiques des cellules lécithogènes. L'ergatoplasme disparaît graduellement à mesure que le développement de l'embryon avance.

Au début, les noyaux vitellins sont irrégulièrement répartis dans toute la masse vitelline, mais bientôt la plupart gagnent la périphérie du lécithe, tandis que les autres restent dans la couche centrale qui sépare les deux œufs en segmentation. Un certain nombre de noyaux subissent une nécrobiose granuleuse et disparaissent, mais la plupart persistent. Après une période d'inactivité caractérisée surtout par des déformations de leur surface, ils semblent se réveiller. La membrane nucléaire redevient sphérique, le nucléole disparaît, la chromatine se dispose en spirème. les noyaux se multiplient par division directe. Le nucléole réapparaît au centre du noyau et la chromatine forme un réseau superficiel. Ces noyaux méritent dès lors le nom de *noyaux migrateurs*. A ce moment l'ectolécithe se sépare en deux parties : une qui continue à

(1) Présentée dans la séance du 3 août 1908.

prendre les colorants du protoplasme et dans laquelle sont inclus les noyaux migrateurs, l'autre qui ne se colore plus que par l'éosine et se présente sous forme de grosses gouttelettes avec vacuoles. Les noyaux, après s'être entourés d'une atmosphère protoplasmique, façonnent ces gouttelettes en bulles vitellines granuleuses qui, dès lors, ne se colorent plus, et ils vont ensuite constituer la plus grande partie de l'épiderme et le syncytium intestinal.

Ces faits sont intéressants au double point de vue embryologique et cytologique.

Il semble qu'aucun auteur n'ait osé s'arrêter à l'idée d'une utilisation possible des noyaux vitellins comme noyaux des tissus de l'embryon. Mattiesen lui-même, qui a constaté, chez les Triclades, la multiplication des noyaux vitellins incorporés dans le syncytium de l'embryon, ne semble pas s'être demandé quel rôle ces noyaux sont appelés à jouer. L'idée qui paraît admise tacitement par tous c'est que la seule différence qui existe entre un œuf ectolécithe et celui de l'Hydre, par exemple, c'est que le premier n'utilise sa réserve nutritive qu'au fur et à mesure des besoins, tandis que le second se gorge, avant tout développement, de la totalité de son matériel de construction. Ce qui me paraît avoir retardé nos connaissances sur l'histoire des noyaux vitellins, c'est qu'on est habitué à considérer la chromatine des noyaux de tous les tissus comme dérivant du premier fuseau de division. La participation de noyaux étrangers à l'œuf dans la constitution des tissus de l'embryon est un fait nouveau. Le développement de *Paravortex* ressemble plus à un phénomène de rédintégration qu'à un développement normal.

Au point de vue cytologique, l'histoire des noyaux vitellins n'est pas moins intéressante. A la vérité, les cellules vitellines doivent être considérées comme des cellules glandulaires et, comme telles, si elles ne meurent pas nécessairement après l'élimination de leur produit de sécrétion, elles doivent se régénérer *ad integrum*, mais pour continuer à jouer le même rôle que précédemment. Or, en devenant des cellules de revêtement, elles remplissent une fonction toute différente. On connaît des cellules bipolaires, comme la cellule hépatique, qui élaborent simultanément une double sécrétion. On sait par les travaux de Laguesse que le noyau de la cellule pancréatique peut, tour à tour, faire partie d'une cellule exocrine et d'une cellule endocrine. Les expériences classiques de Yves Delage, sur la mérogonie, ont mis en évidence que le noyau spermatique peut être le point de départ de la segmentation d'un ooplasme anucléé. Le cas des noyaux vitellins des *Rhabdocœles* ne peut être ramené à aucun des exemples précédents.

ZOOLOGIE. — *Sur la persistance du pronéphros chez les Téléostéens* [1]. Note de M. **Frédéric Guitel**, transmise par M. Yves Delage.

Emery a le premier signalé la persistance du pronéphros chez deux Téléostéens adultes, le *Fierasfer* (1880) et le *Zoarces* (1882). Nous avons pu confirmer ces deux faits et montrer en outre (*Arch. Zool. exp.*, 1906) que le pronéphros subsiste dans neuf espèces de la famille des Gobiésocidés : *Lepadogaster Gouanii* Lacépède, *bimaculatus* Pennant, *Wildenowii* Risso, *microcephalus* Brook, *Candollii* Risso, *Caularchus mæandricus* Girard, *Gobiesox cephalus* Lacépède, *Chorisochismus dentex* Pallas et *Sycïases fasciatus* Peters. Ces cas ne sont pas isolés et la présente Note a pour objet d'ajouter un certain nombre de formes aux précédentes.

Quatre espèces de *Callionymus* ont pu être étudiées au point de vue qui nous occupe, ce sont les *C. lyra* L., *maculatus* Rafinesque, *dracunculus* Rondelet et *belenus* Rondelet. Le *C. lyra* nous servira de type.

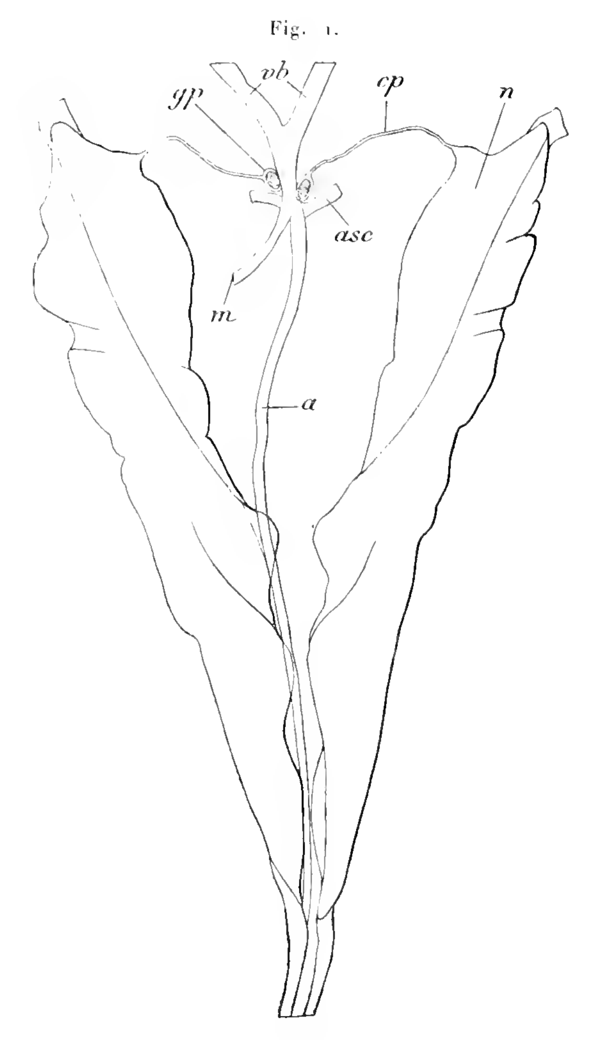
Les deux reins dépassent légèrement en avant le niveau du premier ligament intervertébral; mais ces organes ne se terminent pas en réalité dans cette région. En effet, lorsqu'on examine sous un grossissement suffisant des reins extraits avec tout le soin voulu et colorés en masse, on aperçoit, partant de leur bord interne, à une très petite distance de leur extrémité céphalique, un canalicule extrêmement grêle (*cp*) qui se porte obliquement de dehors en dedans et d'arrière en avant, pour aller rejoindre le carrefour artério-veineux où il se dilate en une capsule renfermant un peloton vasculaire artériel (*gp*). Une injection poussée dans l'uretère permet de constater qu'aussitôt après avoir pénétré dans le rein, ce canalicule se contourne en un peloton extrêmement compliqué situé à la partie tout à fait antérieure de cet organe (*n*), puis se continue à plein canal avec l'uretère. La capsule et son contenu représentent le glomérule géant du pronéphros. Le canalicule qui lui fait suite n'est autre chose que la partie pronéphrétique du canal segmentaire (uretère) comprenant ici deux segments, l'un extra-rénal à peine sinueux, l'autre intra-rénal et formant le peloton compliqué dont il a été question plus haut.

La même disposition se trouve réalisée, aux détails près, dans les deux sexes du *C. maculatus*. Elle a été aussi constatée dans le mâle du *C. dracun-*

[1] Ce travail a été fait avec des matériaux fournis par les laboratoires de Roscoff et de Banyuls-sur-Mer. En outre quelques exemplaires de *Callionymus lyra* adultes m'ont été aimablement envoyés de Plymouth, par mon collègue, le Dr E.-W. Holt, de Dublin.

culus et dans la femelle du *C. belenus;* mais je n'ai pu jusqu'ici me procurer ni *C. dracunculus* femelle ni *C. belenus* mâle adultes.

Fig. 1.



Reins d'une femelle gravide de *Callionymus maculatus* de 68mm de longueur, vus par leur face ventrale.

a, aorte; *asc*, artère sous-clavière; *cp*, partie initiale du canal pronéphrétique située en dehors de la masse du rein; *gp*, glomérule pronéphrétique droit; *m*, artère mésentérique; *n*, partie antérieure du rein gauche occupée par le peloton pronéphrétique; *vb*, veines branchiales. Grossissement : 16 diamètres.

Trois *Gobius* de nos côtes, les *G. minutus* Pennant, *Ruthensparri* Euphrasén et *paganellus* L., ont pu être examinés. Le premier nous servira de

type. Dans cette espèce, le rein se termine antérieurement en une partie renflée, ovoïde, dont l'extrémité antéro-interne se bifurque en deux masses appendiculaires. L'une de ces masses se dirige de dehors en dedans, l'autre d'arrière en avant. Les injections montrent qu'elles contiennent l'ensemble du peloton pronéphrétique. La première renferme la partie initiale du canal pronéphrétique incluse dans une épaisse masse de tissu lymphoïde. Dans le rein gauche, son extrémité interne s'effile en une fine pointe au sommet de laquelle se trouve située la capsule du glomérule pronéphrétique. Dans le rein droit, cette masse appendiculaire interne est extrêmement réduite, mais elle présente avec la capsule pronéphrétique le même rapport que celle du côté opposé. Les mêmes dispositions se retrouvent, aux détails près, dans les *G. Ruthensparri* et *paganellus* adultes des deux sexes.

Dans un certain nombre d'autres Téléostéens, nous n'avons pu encore pratiquer d'injections dans le but de déterminer le domaine exact du peloton pronéphrétique; mais nous avons pu constater la persistance du glomérule du pronéphros, ce qui entraîne nécessairement l'intégrité du canal qui lui fait suite. Les espèces dans lesquelles cette constatation a été faite sont les suivantes : *Cottus gobio* L., *bubalis* Euphrasén, *Aspidophorus cataphractus* Shonevelde, *Trachinus vipera* Cuvier, *Blennius pholis* L., *Centronotus gunnellus* Willughby et *Atherina presbyter* Duhamel. Dans cette dernière forme, la femelle seule a pu être examinée.

En résumé nous avons trouvé le pronéphros persistant jusque chez l'adulte dans quatorze espèces de Téléostéens appartenant à huit genres différents *Callionymus*, *Gobius*, *Cottus*, *Aspidophorus*, *Trachinus*, *Blennius*, *Centronotus* et *Atherina*. Si l'on ajoute ces quatorze espèces aux deux étudiées par Emery et aux neuf Gobiésocidés dont il a été question plus haut, on voit que le pronéphros se montre persistant dans un nombre de Téléostéens qui, actuellement, n'est pas inférieur à vingt-six. Ces vingt-six espèces sont réparties dans quinze genres qui représentent au moins neuf familles : Fierasféridés, Athérinidés, Gobiidés, Cottidés, Agonidés, Trachinidés, Callionymidés, Gobiésocidés et Blenniidés. Ces faits nous semblent d'autant plus dignes d'intérêt qu'on donne généralement le mésonéphros des Téléostéens comme constituant le seul rein fonctionnel de ces animaux à l'état adulte. Le cas du *Fierasfer* et celui du *Zoarces* sont bien cités quelquefois, mais considérés à tort comme douteux par beaucoup d'auteurs.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la flore fossile de Lugarde (Cantal).* Note de M. P. MARTY, transmise par M. R. Zeiller.

L'objet de la présente Note est de faire connaître l'existence d'une florule fossile récemment découverte à Lugarde, canton de Marcenat, arrondissement de Murat (Cantal); d'indiquer la composition et les caractères de cette florule et d'en déduire l'âge des basaltes recouverts par l'argile qui la renferme.

La découverte de la florule de Lugarde a été faite en 1906 par MM. Malaval et Rieuf. J'en ai étudié les éléments peu après. En juillet 1908, j'ai élucidé la stratigraphie du gisement. J'aborde l'exposé de ces recherches.

Les trois volcans du Mont-Dore, du Cézallier et du Cantal sont disposés en amphithéâtre autour d'une haute pénéplaine que borde à l'Ouest la Dordogne.

Sur le terrain primitif de cette pénéplaine, à l'altitude moyenne de 1000^m, s'étendent de vastes nappes de basalte descendues des trois volcans, ainsi que des formations glaciaires. Une de ces nappes de basalte, probablement issue du Cézallier, couvre le plateau de Lugarde. Elle porte, sur la feuille de la Carte géologique au $\frac{1}{80000}$, dressée par Fouqué, la notation β' qui correspond au Pliocène supérieur à *Elephas meridionalis*.

A l'altitude de 1013^m et à environ 600^m au sud-est de la station de Lugarde, sur la ligne de Neussargues à Bort, nouvellement ouverte à la circulation, j'ai relevé la coupe suivante :

4° Glaciaire, à gros blocs erratiques de basalte et de granite. Puissance : environ 2^m.

3° Alluvions sensiblement horizontales, argiles rousses, feuilletées, à empreintes végétales; schistes blancs, à Diatomées, lignite, bois silicifié et rognons de pyrite de fer. Puissance : environ 4^m.

2° Basalte très feldspathique. Puissance : environ 5^m.

1° Gneiss normal, pendant à 45° vers le Nord-Ouest.

Parmi les empreintes végétales de Lugarde, j'ai reconnu : *Marsilia* sp.; *Equisetum* sp.; *Libocedrus salicornioides* Ung.; *Typha latissima* Al. Br.; *Myrica lignitum* Ung.; *Populus* sp., cf. *P. leuce* Ung.; *Ulmus* sp., cf. *U. longifolia* Ung.; *Planera Ungeri* Kov.; *Cinnamomum Scheuchzeri* Ung.;

Trapa borealis Heer; *Gleditschia allemanica* Heer; *Robinia arvernensis*, Laur.; *Fraxinus* (?) sp.; *Parrotia pristina* Ett.

Robinia arvernensis et *Planera Ungeri* vont du Miocène supérieur au Pliocène inférieur du Cantal. *Libocedrus salicornioides* est bien représenté dans le Miocène supérieur de Schossnitz et de Sinigaglia, *Gleditschia allemanica* dans celui d'Œningen, *Parrotia pristina* dans celui de Schossnitz et de l'Ardèche. *Myrica lignitum* et *Cinnamomum Scheuchzeri*, les deux formes dominantes de Lugarde, ont leur principale expansion au Miocène moyen. *Trapa borealis* est une espèce burdigalienne. Comparée à la flore tertiaire en général, la florule de Lugarde se rattache nettement au Miocène supérieur, tant par son ensemble que par ses formes les plus abondantes et les plus caractéristiques. Elle tend même plutôt vers le Miocène moyen que vers le Pliocène inférieur, et cette tendance est encore accentuée par le fait qu'il s'agit d'une florule altitudinaire dont aucun mouvement orogénique ne paraît avoir surélevé le gisement depuis l'époque de son dépôt.

On peut la comparer utilement aussi à deux florules cantaliennes et voisines, celle du Miocène supérieur de Joursac, à 800^{m} d'altitude, et celle du Pliocène inférieur de Collandre, à 1000^{m} d'altitude. Il convient de remarquer tout d'abord que le complexe lithologique de Lugarde est identique à celui de Joursac. Les formes végétales communes aux deux gisements sont : *Typha latissima*, *Ulmus*, *Planera Ungeri*, *Myrica lignitum*, *Cinnamomum Scheuchzeri*, *Gleditschia allemanica*, *Robinia arvernensis* et *Parrotia pristina*. C'est donc 8 des 14 espèces de Lugarde qui se retrouvent dans le Pontien de Joursac. Mais, bien que l'altitude de Lugarde excède de 200^{m} celle de Joursac, on n'a pas trouvé jusqu'ici dans le premier de ces gisements les formes tempérées ou froides, *Abies*, *Fagus*, *Betula*, qui dominent dans le second. Ce caractère tend à accentuer encore l'archaïsme relatif de la florule de Lugarde.

Elle ne possède en commun avec celle du Plaisancien de Collandre, qui lui est parfaitement comparable au double point de vue de sa proximité et de son altitude, qu'une forme spécifique, *Planera Ungeri*, et deux formes génériques, *Populus* cf. *leuce* et *Ulmus*.

La florule de Lugarde diffère plus encore de celle de l'Astien de Ceyssac et du Sicilien de Durfort.

C'est donc avec la flore du Miocène supérieur en général et avec celle du Miocène supérieur du Cantal en particulier que la florule de Lugarde montre le plus d'affinité. Et, comme les argiles qui contiennent cette florule

recouvrent la coulée de basalte de Lugarde, il en résulte que ce basalte est non un basalte du Pliocène supérieur à *Elephas meridionalis*, comme on l'avait cru jusqu'ici, mais un basalte du Miocène supérieur à *Hipparion gracile*.

MM. **Bardin**, **E. Deshayes**, **L. Lecomte**, **de Pourtalès** adressent des renseignements relatifs à la maladie du chêne signalée dans la précédente séance et des échantillons de feuilles contaminées.

(Renvoi à l'examen de M. Prillieux.)

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 aout 1908.

Rapport du Conseil supérieur des habitations à bon marché. Année 1907. Paris, Imprimerie nationale, 1908; 1 br. in-8°.

Compte rendu des séances du Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Seine, juillet 1908. Paris, imprimerie Chaix, 1908; 1 br. in-8°.

Mémoires de la Société zoologique de France, année 1907. Tome XX. Paris, siège de la Société zoologique de France. 1 vol. in-8°.

Commission polaire internationale, session de 1908 : *Procès-verbaux des séances*, présentés par G. Lecointe. Bruxelles, Hayez, 1908; 1 vol. in-8°.

Annuario publicado pelo observatorio do Rio de Janeiro, para o anno de 1908. Anno XXIV. Rio de Janeiro, impresa national, 1908; 1 vol. in-8°.

Essai d'une division biologique des Vertébrés, par M. Doello-Jurado. Buenos Aires, Coni frères, 1908; 1 br. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Museu Paulista. Notas preliminares editadas pela redacçao da revista do Museu Paulista, t. I. fasc. 1, São Paulo, 1907; 1 br. in-8°.

Catalogos da Fauna brazileira editados pelo Museu Paulista, São Paulo (Brazil), t. I. São Paulo, typographia do Diario official, 1907; 1 vol. in-8°.

Bulletin du département de l'Agriculture aux Indes néerlandaises, n° 16. Buitenzorg, imprimerie du département, 1908; 1 fasc. in-8°.

Protococcacées et Desmidiées d'eau douce, récoltées à Java et décrites par CH. BERNARD. Batavia. Landsdrukkerij, 1908; 1 vol. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 AOUT 1908.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur un problème relatif à la théorie des systèmes orthogonaux et à la méthode du trièdre mobile.* Note [1] de M. **Gaston Darboux.**

8. Au lieu d'obtenir le système réversible par la construction précédente ou par la composition de trois systèmes tels que celui dont nous venons de donner la définition, on peut essayer de l'étudier directement.

Reportons-nous aux équations (48), (49) qui définissent les cyclides de la première famille. Nous voyons d'abord que, si l'on y fait $x = 0$, tous les termes variables en ρ disparaissent et il reste l'équation

$$(y^2 + z^2)^2 + 2Bz^2 - 2Cy^2 - \Delta = 0, \tag{A}$$

où l'on a posé, pour abréger,

$$(56)\quad \left\{\begin{aligned} A &= (\beta^2 + \gamma^2 - \alpha^2)h^2 \\ B &= (\gamma^2 + \alpha^2 - \beta^2)h^2 \\ C &= (\alpha^2 + \beta^2 - \gamma^2)h^2 \end{aligned}\right\}, \qquad \begin{aligned} \Delta &= AB + AC + BC \\ &= h^4(2\beta^2\gamma^2 + 2\alpha^2\gamma^2 + 2\alpha^2\beta^2 - \alpha^4 - \beta^4 - \gamma^4). \end{aligned}$$

Ainsi toutes les cyclides de la première famille passent par la courbe (A) du plan des yz.

Mais cherchons aussi le lieu des points coniques de ces cyclides, points coniques qui sont mis en évidence sur les équations (48), (49).

---

[1] Voir les *Comptes rendus* des 3, 10 et 17 août 1908, p. 287, 325 et 367.

Les premiers sont définis par les équations

$$(57) \qquad z = 0, \qquad x = -\frac{\beta h^2}{a'}, \qquad y^2 + x^2 + A = 2\gamma a x.$$

L'élimination de ρ nous conduit à la courbe plane

$$(y^2 + x^2 + A)^2 = 4\gamma^2(h^2 x^2 + \beta^2 h^4)$$

ou

$$(C) \qquad (y^2 + x^2)^2 + 2A y^2 - 2B x^2 - \Delta = 0.$$

En prenant de même les deux autres points coniques définis par les équations

$$(58) \qquad y = 0, \qquad a x = \gamma h^2, \qquad x^2 + z^2 - A - 2\beta a' x = 0,$$

on trouvera qu'ils sont sur la courbe ayant pour équation dans le plan des xy

$$(B) \qquad (x^2 + z^2)^2 + 2C x^2 - 2A z^2 - \Delta = 0.$$

Les trois courbes planes situées dans les trois plans coordonnés et définies par les équations (A), (B), (C) forment un ensemble grâce auquel nous allons obtenir le résultat cherché.

Il résulte en effet de ce qui précède que les cyclides de la première famille passent par la courbe (A) et ont leurs points singuliers situés deux par deux sur les courbes (B) et (C). Il résulte même des formules (57) que, pour engendrer une des cyclides, il suffit de prendre deux points de (C) situés symétriquement par rapport au plan des xz ou, si l'on veut, par rapport à l'axe $y = 0$, et de construire les cercles qui passent par ces deux points fixes et les divers points de (A). On engendrera ainsi les surfaces de la première famille. On pourra les engendrer encore en utilisant les formules (58) et en faisant passer, par deux points de B situés symétriquement par rapport au plan des xy ou à l'axe $z = 0$, des cercles assujettis à rencontrer (A).

Si l'on remarque maintenant que les courbes (A), (B), (C) se déduisent les unes des autres par des permutations circulaires effectuées sur x, y, z et sur les constantes A, B, C, on voit immédiatement que les deux modes de génération obtenus pour la première famille s'étendent par des permutations circulaires aux deux autres familles de surfaces orthogonales. Ainsi les cyclides de paramètre ρ_1 passeront par (B) et auront leurs points coniques sur (A) et sur (C); les cyclides de paramètre ρ_2 passeront par (C) et auront leurs points coniques sur (A) et sur (B).

De cette triple génération il n'est pas difficile de déduire une relation fondamentale entre les trois courbes (A), (B), (C).

9. C'est une proposition connue, et d'ailleurs facile à vérifier, que le point-sphère ayant pour centre un point conique de la cyclide de Dupin touche cette surface suivant deux droites isotropes ([1]). Il résulte de là que ce point-sphère est coupé par un plan quelconque, suivant un cercle tangent en deux points à la section de la cyclide par ce même plan. Ainsi *les points coniques de la cyclide de Dupin sont des foyers pour toutes les sections planes de cette surface.*

Si l'on rapproche cette proposition générale des résultats obtenus, on reconnaît immédiatement que les trois courbes planes (A), (B), (C), qui sont des *cycliques* ou, suivant une dénomination plus commune, des *quartiques bicirculaires*, sont les focales les unes des autres.

Dans mon Ouvrage *Sur une classe remarquable de courbes et de surfaces algébriques et sur la théorie des imaginaires*, j'ai étudié complètement les propriétés focales de ces courbes et, plus généralement, des courbes qui résultent de l'intersection d'une sphère et d'une surface du second degré. Cette théorie est aujourd'hui bien connue. On sait que chaque courbe de ce genre admet quatre focales. Les cinq courbes ainsi obtenues sont les lignes doubles d'une développable isotrope, c'est-à-dire circonscrite au cercle de l'infini; de sorte que chacune d'elles admet les quatre autres pour focales. On sait aussi que ces courbes sont respectivement sur cinq sphères qui sont deux à deux orthogonales. Il y a là une belle généralisation des propriétés focales des surfaces du second degré.

Si, considérant un tel ensemble de cinq courbes, on le soumet à une inversion dont le pôle est à l'intersection des sphères contenant trois d'entre elles, ces dernières se transforment nécessairement en trois courbes planes situées dans des plans orthogonaux. On obtient ainsi les trois courbes que nous avons appelées (A), (B), (C). Les deux autres focales se transforment en deux coniques sphériques situées sur deux sphères dont le centre commun est le point d'intersection des plans des courbes (A), (B), (C). Ainsi, on peut dire encore que ces trois courbes *sont les focales planes d'une conique sphérique*.

C'est, au reste, ce que l'on peut vérifier comme il suit.

([1]) Cette propriété est évidente pour le cône de révolution. L'inversion permet de l'étendre immédiatement à toute cyclide de Dupin.

Écrivons les équations d'une conique sphérique sous la forme

$$(59)\qquad \begin{cases} A'x^2+B'y^2+C'z^2=0,\\ x^2+y^2+z^2-R^2=0.\end{cases}$$

Un des cylindres passant par la conique aura pour équation

$$(60)\qquad (A'-C')x^2+(B'-C')y^2+C'R^2=0.$$

Le plan tangent à ce cylindre en un point (x, y) aura pour équation

$$Xx(A'-C')+Yy(B'-C')+C'R^2=0.$$

Cherchons la sphère de rayon nul passant par l'intersection de ce plan et de la sphère qui contient la conique. Il faudra écrire que l'équation

$$X^2+Y^2+Z^2+2\lambda Xx(A'-C')+2\lambda Yy(B'-C')+2\lambda C'R^2=0$$

représente une sphère de rayon nul. On aura ainsi les équations

$$X+\lambda x(A'-C')=0,\qquad Z=0,$$
$$Y+\lambda y(B'-C')=0,\qquad \lambda Xx(A'-C')+\lambda Yy(B'-C')+(2\lambda C'-1)R^2=0.$$

L'élimination de x, y, λ entre ces équations et l'équation (58) conduit au lieu des foyers défini par les deux équations

$$Z=0,$$
$$(X^2+Y^2)^2-2R^2\frac{A'+C'}{C'-A'}-2R^2\frac{B'+C'}{C'-B'}+R^4=0.$$

Si nous comparons cette équation à celle de la courbe (C), on voit que nous devrons avoir

$$(61)\qquad A=R^2\frac{B'+C'}{B'-C'},\qquad B=R^2\frac{A'+C'}{C'-A'},\qquad R^4=-\Delta.$$

La considération des autres cylindres nous conduira à joindre aux précédentes l'unique condition

$$(62)\qquad C=R^2\frac{B'+A'}{A'-B'}.$$

Ces équations nous donnent

$$\frac{A+R^2}{A-R^2}=\frac{B'}{C'},\qquad \frac{B+R^2}{B-R^2}=\frac{C'}{A'},\qquad \frac{C+R^2}{C-R^2}=\frac{A'}{B'},$$

d'où résulte la condition

$$(A+R^2)(B+R^2)(C+R^2)=(A-R^2)(B-R^2)(C-R^2)$$

qui donne

$$R^2 = -AB - AC - BC = -\Delta,$$

ce qui est bien d'accord avec la dernière équation (61).

Les deux signes différents qu'on peut prendre pour R^2 donnent les deux coniques sphériques qui complètent avec (A), (B), (C) l'ensemble des cinq focales.

10. La connaissance des propriétés géométriques précédentes permet de donner une grande précision à la définition du système orthogonal réversible. Soit (D) la développable isotrope contenant les cinq focales et soit m un point quelconque de (B), par exemple. Par m passent deux génératrices isotropes de (D) qui vont couper le plan de (C) en deux points p, p' symétriques l'un de l'autre par rapport au plan de (B). Par p et p' passent deux génératrices de (D) qui vont se couper au point m' de (B) symétrique de m par rapport au plan de (C). On a ainsi formé un quadrilatère variable $mpm'p'$ dont tous les côtés sont de longueur nulle. La cyclide de Dupin ayant les quatre sommets de ce quadrilatère variable pour points coniques et passant par (A) engendre une des familles du système étudié. Ses cercles de courbure passent les uns par p et p', les autres par m et m'. La cyclide contient d'ailleurs les côtés du quadrilatère $mpm'p'$. Les autres familles s'engendrent de même, en échangeant les courbes (A), (B), (C). Remarquons d'ailleurs que les cyclides, passant par (A) par exemple, admettent pour plans de symétrie les plans des deux autres courbes et que leurs cercles sont normaux à l'un ou l'autre de ces plans.

Il résulte de toutes ces remarques que le système orthogonal peut être encore défini de la manière suivante :

Soit (Γ) une cyclide de la première famille, passant nécessairement par la courbe (A). Les cyclides des deux autres familles admettent toutes, nous l'avons vu, le plan (P) de (A) comme plan de symétrie et se coupent suivant des cercles normaux à ce plan. Comme le plan (P) occupe une position quelconque par rapport à (Γ), nous serons ainsi conduit à cette génération nouvelle du système triple :

Donnons-nous arbitrairement une cyclide de Dupin (Γ) et un plan (P). Les cercles normaux à la fois à (P) et à (Γ) engendrent un système cyclique, c'est-à-dire qu'ils sont normaux à une famille de surfaces (qui sont nécessairement des cyclides) et peuvent se grouper de deux manières différentes en deux familles de surfaces orthogonales (qui sont encore des cyclides). L'ensemble de ces trois familles constitue notre système réversible.

La proposition précédente suffit à montrer que ce système dérive par une simple inversion du système le plus général qui soit formé de cyclides de Dupin. Il résulte en effet, des développements donnés aux nos 35, 36, 144, 145, 146 de nos *Leçons sur les systèmes orthogonaux*, que ce système le plus général se construit précisément à l'aide de cercles normaux à une cyclide de Dupin et à une sphère quelconque. Il nous suffira d'une inversion quelconque transformant cette sphère en un plan pour être ramené au cas spécial du système réversible.

Réciproquement, on obtient, en soumettant le système réversible à une inversion, une génération nouvelle du système le plus général. Pour obtenir un tel système, il suffira de construire trois cycliques (A), (B), (C), planes ou sphériques, qui soient les focales les unes des autres. Les cyclides de Dupin qui composeront chaque famille du système triple devront passer par l'une de ces courbes et avoir leurs points coniques sur les deux autres. Par exemple, les cyclides de la première famille passeront par (A) et auront deux de leurs points coniques sur (B), les deux autres sur (C); elles seront anallagmatiques par rapport aux deux sphères contenant les courbes (B) et (C), et leurs cercles de courbure seront normaux respectivement à ces deux sphères.

On voit que le système des cinq cycliques focales peut donner lieu à dix systèmes triples différents. Comme, sur les cinq sphères qui contiennent les focales, il peut y en avoir quatre réelles, se coupant trois à trois en des points réels, on voit que quatre de ces dix systèmes pourront, par une inversion réelle, être transformés en un système réversible.

11. Après avoir défini le système réversible, nous avons à caractériser le système *inverse*, engendré par le mouvement relatif de (T_0) par rapport à (T).

Ici ce sont les quantités P, P_1, P_2 qui jouent le rôle des coordonnées rectangulaires. Elles sont définies par les équations (38), où les θ doivent satisfaire aux équations (40). Et il suffit de les comparer aux formules (35) pour reconnaître qu'on passe du système réversible à son inverse en changeant a_i en a'_i, θ_i en θ'_i et h^2 en $-h^2$.

Cela reviendra simplement à changer le signe des constantes A, B, C ou encore à remplacer dans le système primitif x, y, z par ix, iy, iz. Cette simple remarque suffit à définir complètement le système inverse.

12. Dans ce qui précède, nous avons laissé de côté systématiquement le

cas où la constante h^2 serait nulle. Le lecteur pourra l'étudier et il verra que, dans ce cas, les courbes (A), (B), (C) se réduisent aux trois coniques qui sont les focales d'une même quadrique. Le système triple se réduira de même à celui qui a été trouvé par William Roberts et que j'ai étudié d'une manière très complète aux n°s 35 et 36 de mes *Leçons sur les systèmes orthogonaux*. Quant aux systèmes généraux analogues à ceux qui sont déterminés par les formules (35), ils deviendront identiques à ceux que j'ai fait connaître il y a plus de 40 ans et auront même représentation sphérique que le système triple déduit par inversion de trois familles de plans rectangulaires et composé de trois familles de sphères orthogonales.

CHIMIE ORGANIQUE. — *De la* méthylation *dans les dérivés éthyléniques au point de vue de la volatilité*. Note de M. **Louis Henry**.

Il m'a paru intéressant de comparer l'influence exercée par une *méthylation* plus ou moins complète sur la *volatilité* des composés *éthyléniques* $XCH^2 - CH^2X$, proprement dits, de diverses sortes.

I. *Des dérivés* hydroxylés *ou des glycols et des hydrocarbures éthyléniques.* — Le remplacement de l'hydrogène, fixé sur le carbone dans les radicaux des composés fonctionnels, par le groupement $-CH^3$, en augmentant le poids moléculaire, diminue la *volatilité* du composé primitif et en élève le point d'ébullition. C'est ce qu'on constate même dans les séries des alcools monoatomiques aliphatiques $C^nH^{2n+1} - OH$.

Il n'en est pas ainsi dans le groupe des *glycols* qui constituent la série de méthylation du glycol éthylénique $(HO)CH^2 - CH^2(OH)$. A mesure que l'hydrogène est remplacé par $-CH^3$, et qu'ainsi le poids moléculaire s'élève, on constate que *le point d'ébullition s'abaisse et que la volatilité augmente*.

$(HO)CH^2 - CH^2(OH)$ Éb. 197°-198°.

Série unilatérale.	Série bilatérale.
$H^3C - CH(OH) - CH^2(OH)$ Éb. 188°	$CH^3 - CH(OH) - CH(OH) - CH^3$ Éb. 184°
$(H^3C)^2 - C(OH) - CH^2(OH)$ Éb. 178°	$(CH^3)^2 - C(OH) - C(OH) - (CH^3)^2$ Éb. 174°

Intermédiaire $(CH^3)^2 - C(OH) - CH(OH) - CH^3$ Éb. 178°.

Cette influence de la méthylation, qui s'exerce avec une véritable régularité dans les dérivés hydroxylés, paraîtra d'autant plus étrange que la même substitution opérée dans l'*éthylène* lui-même $H^2C = CH^2$ y détermine un effet contraire. Le point d'ébullition des hydrocarbures *méthylo-éthyléniques* s'élève, avec régularité et d'une manière constante, par le remplacement successif de H par $- CH^3$.

$$H^2C = CH^2 \text{ Éb. } -102^\circ.$$

Série unilatérale.		Série bilatérale.	
$H^3C - CH = CH^2$	Éb. -50°	$H^3C - CH = CH - CH^3$	Éb. 1° à 2°
$(H^3C)^2 - C = CH^2$	Éb. -6°	$(H^3C)^2 - C = C - (CH^3)^2$	Éb. 72°

Mixte $(H^3C)^2 - C = CH - CH^3$ Éb. 36°.

On sait que les hydrocarbures sont des composés *mono-moléculaires*, même à l'état liquide, comme les gaz, et où le *coefficient d'association* est nul.

Cela étant, il est aisé de se rendre compte du fait, en apparence anormal, que présente la série des glycols méthylo-éthyléniques. Il suffit de se rappeler ce qui se passe dans la série de *méthylation* de l'*alcool méthylique*, l'alcool *par excellence* :

$H^3C - OH$	P. M. 32	Éb. 66°	
			$+12^\circ$
$H^3C - CH^2 - OH$	46	78°	
			$+4^\circ$
$(H^3C)^2 - CH - OH$	60	82°	
			$\pm 0^\circ$
$(H^3C)^3 - C - OH$	74	82°	

Ces composés hydroxylés, à l'instar de l'eau $H - OH$, leur prototype, ne sont *mono-moléculaires*, comme l'exprime leur formule ordinaire, qu'à l'*état gazeux*. On sait que, dans leur état naturel, ils sont *moléculairement associés* et leur coefficient d'association, inférieur à celui de l'eau elle-même, est d'autant moins élevé que l'hydrogène fixé sur le carbone est remplacé d'une manière plus complète par $- CH^3$. L'influence exercée par l'augmentation du poids moléculaire se trouve ainsi successivement affaiblie par la simplification de la molécule primitive $(CH^3 - OH)^n$; le travail de *désagrégation* moléculaire nécessaire pour amener l'état moléculaire et la chaleur nécessaire pour amener l'état gazeux deviennent par là de moins en moins considérables.

Des circonstances de même nature mais plus puissantes dans leurs effets se rencontrent dans les dérivés constituant la série de méthylation du glycol éthylénique, dérivé bihydroxylé et susceptible à ce titre de subir deux fois cette influence volatilisante.

II. Des rapports inverses de *volatilité* se constatent dans les séries des

dérivés correspondants où cette circonstance de la simplification moléculaire, par suite de la *méthylation* successive, ne fait pas sentir son action, à savoir les *bichlorhydrines* et les *oxydes*.

A. *Bichlorhydrines.* — Les éthers chlorhydriques sont, comme les hydrocarbures eux-mêmes, des composés *mono-moléculaires* à l'état liquide, tout au moins leur coefficient d'association est presque nul; de là vient que le remplacement de — OH par Cl dans les alcools s'accompagne d'un abaissement notable dans le point d'ébullition.

Dans les dérivés chlorhydriques des glycols, on observe des relations de volatilité relative du même genre. Mais, quel que soit leur degré de méthylation, leur volatilité *diminue* et leur point d'ébullition s'élève à mesure que l'hydrogène disparaît dans le radical primitif $H^2C - CH^2$ pour être remplacé par $- CH^3$. Voici les faits :

$$Cl - CH^2 - CH^2 - Cl \quad \text{Éb. } 84^{\circ}.$$

$$CH^3 - \underset{Cl}{CH} - \underset{Cl}{CH^2} \quad \text{Éb. } 98^{\circ} \qquad CH^3 - \underset{Cl}{CH} - \underset{Cl}{CH} - CH^3 \quad \text{Éb. } 112^{\circ}$$

$$(CH^3)^2 - \underset{Cl}{C} - \underset{Cl}{CH^2} \quad \text{Éb. } 108^{\circ} \qquad (CH^3)^2 - \underset{Cl}{C} - \underset{Cl}{C} - (CH^3)^2 \quad \text{solide fus. } 160^{\circ}\ (^1)$$

$$(CH^3)^2 - \underset{Cl}{C} - \underset{Cl}{CH} - CH^3 \quad \text{Éb. } 130.$$

On remarquera que les différences de volatilité entre les dérivés *hydroxylés* et leurs *chlorhydrines* sont d'autant plus considérables que la méthylation est *moins* avancée. Il en doit être ainsi.

B. *Oxydes.* — La série des oxydes forme un groupe à certains égards plus intéressant encore. En voici les divers termes :

$$\underbrace{H^2C = CH^2}_{O} \quad \text{Éb. } + 14^{\circ}.$$

$$H^3C - \underbrace{CH - CH^2}_{O} \quad \text{Éb. } 35^{\circ} \qquad CH^3 - \underbrace{CH - CH}_{O} - CH^3 \quad \text{Éb. } 56^{\circ}$$

$$(H^3C)^2 - \underbrace{C - CH^2}_{O} \quad \text{Éb. } 52^{\circ} \qquad (CH^3)^2 - \underbrace{C - C}_{O} - (CH^3)^2 \quad \text{Éb. } 95^{\circ}$$

$$(CH^3)^2 - \underbrace{C - CH}_{O} - CH^3 \quad \text{Éb. } 75^{\circ}.$$

---

(1) L'analogie autorise à croire que le point d'ébullition de ce corps est fort rapproché du point de fusion.

On est autorisé à croire que les *oxydes* de même que les *chlorhydrines* sont des composés *mono-moléculaires* ou tout au moins très faiblement *associés*. Ici aussi les points d'ébullition vont en s'élevant à mesure que le poids moléculaire augmente, c'est-à-dire que la méthylation est plus avancée et cela avec une certaine régularité :

$$-CH= \text{ en } CH^3-CH= \text{ majoration } +21^{\circ},$$
$$CH^3-CH= \text{ en } (CH^3)^2=C= \text{ majoration } +19^{\circ} \text{ à } +20^{\circ}.$$

Le phénomène de l'ébullition n'a donc pas partout la même signification au point de vue *moléculaire*.

a. Dans les composés *mono-moléculaires* à l'état liquide, il n'est qu'un acte purement physique, nécessitant seulement l'effort de chaleur capable de déterminer la *gazéification*.

b. Dans les composés *moléculairement associés*, comme l'eau et les hydroxydes en général, il constitue un acte véritable de *décomposition*; il nécessite un effort de chaleur capable de désagréger les molécules liquides *complexes*, de les réduire à l'état de molécules *simples* et ultérieurement de *gazéifier* celles-ci.

On conçoit que, toutes choses égales d'ailleurs, la *chaleur de volatilisation* des composés liquides *associés* doit être plus considérable que celle des liquides *mono-moléculaires*.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les illuminations crépusculaires.* Note de M. Ernest Esclangon.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un résumé des observations que j'ai pu faire à Bordeaux, de 1902 à 1908, sur les illuminations crépusculaires. Elles se rapportent à des soirs de beau temps, pendant les belles périodes, lorsque le ciel est exempt de nuages apparents, non seulement dans la région du lieu d'observation, mais encore dans les régions avoisinantes. Bordeaux paraît être un lieu très favorable pour des observations de cette nature, car, pendant le crépuscule, les rayons solaires qui produisent ce phénomène traversent l'atmosphère au-dessus de l'Océan qui constitue une surface régulière, en quelque sorte géométrique.

Voici, dans l'ordre où ils se présentent, la succession des phénomènes qu'on peut observer assez fréquemment :

Lorsque le Soleil, après son coucher, atteint la hauteur négative de 3°, une illumination rose ou rose pourpre se développe dans le ciel ; la courbe qui la limite est à 45° de hauteur à l'Ouest dans l'azimut du Soleil, lorsque cet astre est à 4° sous l'horizon. L'illumination passe par un maximum et disparaît en quelques minutes.

Cette illumination rose, *quoique très fréquente*, peut manquer entièrement ou bien atteindre une intensité considérable et attirer alors l'attention générale. Telles sont les lueurs de 1883 et de 1902 qu'on attribua, un peu hâtivement peut-être, aux éruptions volcaniques.

A l'illumination rose, très éphémère généralement, succède une illumination jaunâtre, plus faible mais plus persistante, et dont la courbe limite passe par 45° de hauteur lorsque le Soleil est à 8° sous l'horizon. Elle peut varier beaucoup d'intensité ; elle a été particulièrement vive en juillet dernier, et surtout dans les premiers jours du même mois. Elle paraît exercer une certaine action sur la quantité de lumière polarisée existant dans le ciel (¹).

Enfin, à l'illumination jaunâtre succède une coloration bleu verdâtre, plus faible, et s'éteignant lentement. La courbe qui la limite est à 45° de hauteur lorsque le Soleil est à 13° sous l'horizon. C'est elle qui limite, par sa disparition, le crépuscule astronomique.

On peut tirer des observations des conclusions assez précises sur la hauteur des couches atmosphériques dans lesquelles se produisent les phénomènes.

Lueurs roses. — Les lueurs roses sont celles qui se produisent dans les conditions les plus invariables : quelle que soit leur intensité, les couches atmosphériques qui leur donnent naissance ne dépassent pas 16^{km} d'altitude, au moins dans les circonstances où, depuis 1902, j'ai pu observer avec soin et très fréquemment le phénomène. Les couches les plus efficaces paraissent être entre 9^{km} et 13^{km} de hauteur ; les couches plus basses (5^{km} à 7^{km}) peuvent d'ailleurs produire aussi l'illumination rose, et ce sont même les seules qui interviennent lorsque la coloration est très faible.

(¹) En juillet dernier, la proportion de lumière polarisée atteignait à 90° du Soleil, et d'une manière à peu près constante, 63 pour 100 en lumière bleue, 57 pour 100 en lumière rouge. Cette proportion a diminué graduellement depuis cette époque, à mesure que s'affaiblissait l'illumination jaune.

Ces résultats découlent nettement ([1]) d'un très grand nombre d'observations, faites en toute saison depuis 1902, *avec des intensités très variables* (en 1902, ces lueurs roses atteignirent un degré d'intensité extrême). Il est possible vraiment qu'ici la surface d'inversion des températures, située à 14^{km} d'altitude et découverte par M. Teisserenc de Bort, joue un rôle important, en limitant supérieurement en quelque sorte les couches capables de produire l'illumination.

Lueurs jaunes. — Les lueurs jaune verdâtre se produisent à une altitude plus élevée. La même méthode d'observation et de calcul donne comme hauteur moyenne 40^{km} à 50^{km}. Elles ne s'observent pas d'une manière continue; le 1er juillet 1908, elles étaient particulièrement brillantes; elles étaient encore assez vives le 31 juillet.

Lueurs bleu verdâtre. — Ce sont celles qui marquent ordinairement la fin du crépuscule astronomique. Elles ont été souvent employées pour calculer la hauteur de l'atmosphère. Le calcul indique une altitude moyenne de 130^{km}.

Comment expliquer les colorations si variées observées dans ces divers phénomènes? Une théorie basée uniquement sur la diffraction et la dispersion des rayons lumineux par les particules en suspension dans l'atmosphère explique difficilement ces diverses colorations, surtout dans les lueurs roses. Peut-être faut-il voir là seulement un phénomène de *résonance optique* exercée par les particules. La possibilité de la résonance optique est encore

---

([1]) Les altitudes ont été déterminées en observant, pendant le crépuscule, la marche de la courbe qui dans le ciel, limite la coloration. Pour cela j'ai calculé, aussi exactement que possible, la trajectoire dans l'atmosphère des rayons tangents à la sphère terrestre. La courbe décrite par un tel rayon peut être obtenue avec précision. En effet, en désignant, d'une façon générale, par z l'angle avec la verticale d'un rayon issu d'un point P de la surface terrestre, par ρ le rayon terrestre et par n *l'indice de réfraction au point* P, on trouve par un calcul simple que, après sa sortie de l'atmosphère, le rayon supposé prolongé passe à une distance du centre de la Terre égale à $n\rho \sin z$. Cette distance ne dépend en aucune façon des courbes intermédiaires. Connaissant la déviation angulaire du rayon par l'observation astronomique, on peut donc construire exactement en position le rayon lumineux sortant. A une dizaine de kilomètres d'altitude, le rayon coïncide déjà très approximativement avec sa direction définitive, et il est facile d'interpoler pour les couches inférieures.

Si le rayon est tangent ($z = 90°$), le rayon sortant est sur une droite qui, supposée prolongée, passerait à une distance $(n-1)\rho = 1860^{m}$ de la surface terrestre. Pour un observateur extérieur à la Terre, cette dernière se comporterait donc comme si elle avait un diamètre supérieur de $3^{km},7$ au diamètre réel.

Peut-être pourrait-on expliquer ainsi le fait signalé par M. Durand-Gréville et Dufour, que la trace, observée à travers les nuages élevés, des rayons solaires limitant l'ombre terrestre resterait, si on la supposait prolongée, à une altitude minimum de 1600^{m}.

contestée actuellement. Les expériences de Kossonogoff avec des couches de métaux sur verre, de Bock (1903) avec des gouttelettes de vapeur d'eau et d'acide sulfurique, semblent pourtant décisives; dans tous les cas, si leur interprétation théorique reste contestable, les phénomènes optiques qu'elles mettent en évidence pourraient tout aussi bien se produire avec les particules de l'atmosphère, les particules les moins élevées et, par suite, les plus volumineuses (tout en restant de l'ordre des longueurs d'onde) donnant les colorations de plus grande longueur d'onde.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le deuxième trimestre de* 1908. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

Dans ce trimestre on compte 65 jours d'observation; on en déduit les principaux faits suivants :

Taches. — La production des taches a été plus grande que dans le trimestre précédent, et l'activité de ces phénomènes a continué d'être plus forte au sud de l'équateur (41 groupes) qu'au nord (21 groupes). Au total, on a 62 groupes avec une aire de 4357 millionièmes au lieu de 39 groupes et 1597 millionièmes.

On a noté la visibilité à l'œil nu de la tache suivante du Tableau I :

Juin 2,4 . . . . à — 3° de latitude

D'autre part, il n'y a eu aucun jour sans taches.

Régions d'activité. — Les facules ont également augmenté en nombre et en étendue, cette augmentation étant beaucoup plus forte dans l'hémisphère austral (26) que dans l'hémisphère boréal (7).

Quant à leur répartition de part et d'autre de l'équateur, on a enregistré 72 groupes au lieu de 46 au sud, et 39 au lieu de 32 au nord. Au total, on a 111 groupes et 134,6 millièmes contre 78 groupes et 82,7 millièmes précédemment.

Tableau I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.	Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		1908 Avril.						Avril (suite).			
3-9	5	4,3	−17		165	4-14	7	10,6	−9		42
2-10	7	6,2	−9		248	10-13	2	13,1		+10	5
3-5	3	6,5	−17		3	9-15	5	15,6	−7		248
3-13	7	7,7	−15		313	22-23	2	17,7	−8		95
8-9	2	8,6		+8	6	15-22	2	19,4	16		4
3-9	5	9,9	−14		214	22	1	22,2	−12		4

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
			Avril (suite).		
22-27	5	23,7	− 3		46
23	1	25,9	− 9		6
22-30	7	24,8	− 8		70
29	1	25,7	− 3		5
23-26	3	28,6	−18		14
	18 j.		−11°,0	+9°,0	
			Mai.		
24- 5	7	1,0	−17		75
29- 7	9	2,4		+13	56
27- 8	11	3,1	− 9		36
30- 4	5	4,1		+ 3	18
29- 9	11	4,2	−12		63
29- 6	8	4,3	− 5		14
29- 9	11	4,8	−15		196
7- 9	3	5,1		+ 6	13
6- 9	4	5,2	− 4		31
7-11	3	7,7	− 7		85
5- 8	4	10,6		+ 7	16
6- 9	4	11,6		+ 7	15
6-11	5	11,7		+11	126
8-16	6	14,4	−11		33
14-25	9	19,1		+11	187
29-30	2	25,7	− 7		7
23-27	2	27,1	−22		11
23-27	2	27,8		+12	8
1- 2	2	30,4	− 9		6
2- 3	2	31,7	− 5		3
	23 j.		−10°,3	+8°,8	
			Juin.		
26- 7	9	1,3	−15		64
29-30	2	1,3		+ 8	30
1- 3	3	2,3		+ 9	10
27- 7	8	2,4	− 3		482
30- 9	7	5,2	−11		120
30- 9	7	5,3		+11	88
7-11	4	5,4	−17		105
1-10	7	6,1	−12		324
10-13	14	8,7		+10	40
15	1	14,3		+11	3
16	1	14,6	− 6		3
9-20	11	15,3		+10	59
13	1	16,0		+ 5	7
18-19	2	16,8		+12	8
18-19	2	18,1	−10		5
19-20	2	19,2		+10	11
20-22	2	21,1	− 7		3
22	1	21,5	−26		7
15-18	4	21,7	− 2		28
16-22	6	21,9		+ 6	52
22-29	7	23,3	−20		92
27	1	27,9		+ 4	3
28	1	28,4	−16		2
24- 4	11	28,8	− 2		75
24- 4	11	30,5	−15		249
	24 j.		−11°,6	+8°,7	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

1908.	Sud. 90°-40°	40°-30°	30°-20°	20°-10°	10°-0°	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Avril.......	»	»	»	7	8	15	2	2	»	»	»	»	17	1488
Mai.........	»	»	1	4	7	12	8	4	4	»	»	»	20	999
Juin........	»	»	1	7	6	14	11	8	3	»	»	»	25	1870
Totaux...	»	»	2	18	21	41	21	14	7	»	»	»	62	4357

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

1908.	Sud. 90°-40°	40°-30°	30°-20°	20°-10°	10°-0°	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Avril.......	»	»	1	9	8	18	11	4	4	3	»	»	29	32,9
Mai.........	»	1	2	16	9	28	16	7	6	3	»	»	44	57,8
Juin........	»	»	6	12	8	26	12	8	3	1	»	»	38	43,9
Totaux...	»	1	9	37	25	72	39	19	13	7	»	»	111	134,6

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la théorie des lignes asymptotiques.* Note de M. A. **Demoulin**.

Soient x, y, z les coordonnées d'un point variable M d'une surface (M) rapportée au réseau (α, β) de ses asymptotiques. Désignons par ϖ la distance de l'origine O au plan tangent en M, par R, R' les rayons de courbure principaux en ce point, et posons $\lambda^2 = -RR'$.

x, y, z satisfont à un système de la forme

$$(1) \qquad \frac{\partial^2 \omega}{\partial \alpha^2} = p \frac{\partial \omega}{\partial \alpha} + q \frac{\partial \omega}{\partial \beta}, \qquad \frac{\partial^2 \omega}{\partial \beta^2} = p' \frac{\partial \omega}{\partial \alpha} + q' \frac{\partial \omega}{\partial \beta}.$$

Rappelons les formules de M. Lelieuvre :

$$(2) \qquad x = \int \left(\theta_2 \frac{\partial \theta_3}{\partial \alpha} - \theta_3 \frac{\partial \theta_2}{\partial \alpha}\right) d\alpha - \left(\theta_2 \frac{\partial \theta_3}{\partial \beta} - \theta_3 \frac{\partial \theta_2}{\partial \beta}\right) d\beta, \quad \ldots.$$

θ_1, θ_2, θ_3 vérifient une équation de la forme

$$(3) \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial \alpha \, \partial \beta} = k\theta;$$

elles vérifient aussi les équations suivantes,

$$(4) \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial \alpha^2} = p \frac{\partial \theta}{\partial \alpha} - q \frac{\partial \theta}{\partial \beta} + r\theta, \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial \beta^2} = -p' \frac{\partial \theta}{\partial \alpha} + q' \frac{\partial \theta}{\partial \beta} + r'\theta,$$

dans lesquelles r et r' désignent deux fonctions convenablement choisies.

La fonction k étant définie, indiquons une troisième équation à laquelle satisfont x, y, z :

$$(5) \qquad \frac{\partial^2 \omega}{\partial \alpha \, \partial \beta} = \frac{\partial \log \varpi \sqrt{\lambda}}{\partial \beta} \frac{\partial \omega}{\partial \alpha} + \frac{\partial \log \varpi \sqrt{\lambda}}{\partial \alpha} \frac{\partial \omega}{\partial \beta} + \left(k - \frac{1}{\varpi \sqrt{\lambda}} \frac{\partial^2 \varpi \sqrt{\lambda}}{\partial \alpha \, \partial \beta}\right) \omega.$$

Désignons par I le point dont les coordonnées sont θ_1, θ_2, θ_3 et par (I) la surface décrite par ce point. Le rayon vecteur OI est parallèle à la normale en M et égal à $\sqrt{\lambda}$; en raison de ces propriétés, nous donnerons à la surface (I) le nom d'*indicatrice de la courbure totale de la surface* (M).

La surface (M) n'étant pas développable, la surface (I) n'est pas un cône de sommet O et le déterminant $\delta = \Sigma \pm \theta_1 \frac{\partial \theta_2}{\partial \alpha} \frac{\partial \theta_3}{\partial \beta}$ est différent de zéro ([1]).

([1]) Signalons les égalités $p = \frac{\partial \log \delta}{\partial \alpha}$, $q' = \frac{\partial \log \delta}{\partial \beta}$.

En exprimant que le système des équations (3) et (4) admet trois solutions θ_1, θ_2, θ_3 jouissant de cette propriété, on obtient les relations suivantes :

$$
(6)\qquad \left\{
\begin{aligned}
&\qquad\qquad \frac{\partial p}{\partial \beta} = \frac{\partial q'}{\partial \alpha},\\
&k = \frac{\partial p}{\partial \beta} + qp', \qquad r = \frac{\partial q}{\partial \beta} + qq', \qquad r' = \frac{\partial p'}{\partial \alpha} + pp',\\
&\frac{\partial r}{\partial \beta} - qr' = \frac{\partial k}{\partial \alpha} - pk, \qquad \frac{\partial r'}{\partial \alpha} - p'r = \frac{\partial k}{\partial \beta} - q'k.
\end{aligned}
\right.
$$

Lorsqu'elles sont vérifiées, le système des équations (3) et (4) est complètement intégrable, et, si l'on prend pour θ_1, θ_2, θ_3 trois solutions de ce système pour lesquelles le déterminant δ est différent de zéro, les formules (2) définissent une surface dont les coordonnées satisfont au système (1) (¹).

Cette proposition est susceptible de nombreuses applications; en voici une des plus intéressantes :

Soit à déterminer les valeurs de k, p, q, r, p', q', r' qui conviennent aux surfaces réglées. Si les lignes $\beta = \text{const.}$ sont les génératrices rectilignes, $q = 0$; le système (6) s'intègre aisément et l'on retrouve les résultats obtenus en 1896 par M. Goursat (*Bull. de la Soc. math. de France*). D'autres conséquences se tirent de cette analyse, parmi lesquelles nous citerons la détermination, par des formules ne renfermant que des quadratures, des surfaces réglées dont les deux branches de la ligne flecnodale coïncident.

En éliminant k, r et r' entre les équations (6), on obtient trois relations différentielles entre p, q, p', q' :

$$
(7)\qquad \left\{
\begin{aligned}
&\qquad\qquad \frac{\partial p}{\partial \beta} = \frac{\partial q'}{\partial \alpha},\\
&\frac{\partial}{\partial \beta}\left(\frac{\partial q}{\partial \beta} + qq'\right) - q\,\frac{\partial p'}{\partial \alpha} = \frac{\partial}{\partial \alpha}\left(\frac{\partial p}{\partial \beta} + qp'\right) - p\,\frac{\partial p}{\partial \beta},\\
&\frac{\partial}{\partial \alpha}\left(\frac{\partial p'}{\partial \alpha} + pp'\right) - p'\,\frac{\partial q}{\partial \beta} = \frac{\partial}{\partial \beta}\left(\frac{\partial p}{\partial \beta} + qp'\right) - q'\,\frac{\partial p}{\partial \beta}.
\end{aligned}
\right.
$$

Ce sont les conditions nécessaires et suffisantes pour que le système (1) soit vérifié

(¹) Les surfaces (I) qui correspondent aux divers systèmes de valeurs de θ_1, θ_2, θ_3 peuvent être déduites de l'une d'elles au moyen des homographies qui conservent l'origine et le plan de l'infini. Quant aux surfaces (M) correspondantes, on peut les déduire de l'une d'elles au moyen des homographies qui conservent le plan de l'infini.

par les coordonnées d'une surface courbe. Comme application de ce théorème général, cherchons s'il existe des surfaces pour lesquelles on ait $p = q$, $p' = q'$. Ces équations et les équations (7) sont compatibles, et l'on trouve

$$p = q = \frac{\partial \log \omega}{\partial \alpha}, \qquad p' = q' = \frac{\partial \log \omega}{\partial \beta},$$

ω étant une solution quelconque de l'équation

$$(8) \qquad \frac{\partial^2 \omega}{\partial \alpha \, \partial \beta} = \varphi(\alpha + \beta)\omega,$$

dans laquelle φ est une fonction arbitraire.

Le système (6) donne ensuite $k = r = r' = 0$. Dès lors, pour obtenir les surfaces en question, il faudra intégrer le système

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial \alpha \, \partial \beta} = \varphi\theta, \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial \alpha^2} = \frac{\partial \log \omega}{\partial \alpha}\left(\frac{\partial \theta}{\partial \alpha} - \frac{\partial \theta}{\partial \beta}\right) + \varphi\theta,$$
$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial \beta^2} = -\frac{\partial \log \omega}{\partial \beta}\left(\frac{\partial \theta}{\partial \alpha} - \frac{\partial \theta}{\partial \beta}\right) + \varphi\theta$$

qu'on peut remplacer par le suivant, où C désigne une constante arbitraire :

$$(9) \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial \alpha \, \partial \beta} = \varphi\theta,$$

$$(10) \qquad \frac{\partial \theta}{\partial \alpha} - \frac{\partial \theta}{\partial \beta} = C\omega.$$

D'après une remarque faite plus haut, il suffira de déterminer trois solutions θ_1, θ_2, θ_3 du système des équations (9) et (10), telles que le déterminant δ qui leur correspond soit différent de zéro. On vérifie ce système en posant $\theta = \psi(\alpha + \beta)$, ψ satisfaisant à l'équation linéaire $\psi'' = \varphi\psi$. Nous prendrons pour θ_1 et θ_2 deux solutions linéairement indépendantes de cette équation. Quant à θ_3, on pourra la choisir arbitrairement parmi les solutions de l'équation (9) [ou de l'équation (8)] qui ne sont pas fonctions de $\alpha + \beta$; l'équation (10) sera alors vérifiée en ce sens qu'elle définira une fonction ω satisfaisant à l'équation (8). Cette dernière jouit, en effet, de la propriété *caractéristique* suivante : *Si une fonction θ y satisfait, l'expression* $\frac{\partial \theta}{\partial \alpha} - \frac{\partial \theta}{\partial \beta}$ *y satisfait également.*

Pour les surfaces considérées, *et pour celles-là seulement*, l'indicatrice (I) est un cylindre.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les zéros des intégrales d'une classe d'équations différentielles.* Note de M. **Georges Rémoundos**, transmise par M. Émile Picard.

1. Pour les fonctions à un nombre fini n de branches et, en général, pour toutes les fonctions $u = f(z)$ définies par une équation de la forme

$$(1)\qquad A_0(z) + A_1(z)u + \ldots + A_{n-1}(z)u^{n-1} + u^n + z\varphi(z, u) = 0,$$

les $A_i(z)$ désignant des fonctions entières quelconques (elles ne sont pas toutes des polynomes) et $\varphi(z, u)$ une fonction quelconque de u (sans infinis) et polynome par rapport à z, nous avons établi le théorème suivant [1] :

L'équation

$$u = f(z)$$

admet une infinité de racines pour toute valeur finie de u, sauf peut-être $2n-1$ *au plus, qui s'appellent* exceptionnelles.

Si, en particulier, nous considérons le cas où $\varphi(z, u)$ est égal à une fonction multiforme $q(u)$, nous remarquons que les valeurs exceptionnelles de u seront nécessairement des *points critiques* de la fonction $q(u)$.

Nous nous proposons de communiquer une extension du théorème ci-dessus indiqué [que nous appellerons *théorème* (T)] aux intégrales d'une classe très étendue d'équations différentielles d'ordre quelconque et de la forme suivante,

$$(2)\quad A_0(z) + A_1(z)u + \ldots + A_{n-1}(z)u^{n-1} + u^n + zQ(u, u', u'', \ldots, u^{(m)}) = 0,$$

les fonctions $A_i(z)$ (dont une, au moins, est transcendante) étant entières et $Q(u, u', u'', \ldots, u^{(m)})$ désignant un polynome quelconque par rapport à $u, u', u'', \ldots, u^{(m)}$.

Considérons une intégrale $u = \sigma(z)$ de notre équation (2), qui satisfait

---

[1] Thèse de Doctorat : *Sur les zéros d'une classe de fonctions transcendantes*. Gauthier-Villars, 1906, et *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 2e série, t. VIII.

aussi à d'autres équations

$$u' = g_1(u), \quad u'' = g_2(u), \quad u''' = g_3(u), \quad \ldots, \quad u^{(m)} = g_m(u),$$
$$Q(u, u', u'', \ldots, u^{(m)}) = F(u),$$

où les fonctions $g_1(u)$, $g_2(u)$, ..., $g_m(u)$, $F(u)$ sont bien déterminées pour chaque intégrale $u = \sigma(z)$.

Si la fonction $F(u)$ n'existe pas dans tout le plan, désignons par (D) le domaine de l'existence de cette fonction, qui coïncide avec le domaine de l'existence de l'inverse de l'intégrale $u = \sigma(z)$; appelons aussi *valeurs exceptionnelles parfaites* les valeurs de u que l'intégrale $u = \sigma(z)$ ne prend à distance finie que pour $z = 0$.

Cela posé, nous démontrons que les seuls cas qui peuvent se présenter sont les suivants :

a. Ou bien l'équation

$$A_0(z) + A_1(z)u + \ldots + A_{n-1}(z)u^{n-1} + u^n + zF(u) = 0$$

n'est pas irréductible, c'est-à-dire qu'elle ne détermine pas une seule fonction $u = \sigma(z)$, mais plusieurs distinctes.

b. Ou bien dans le domaine (D) l'intégrale $u = \sigma(z)$ jouit de la propriété exprimée par le théorème (T) à condition d'exclure les valeurs exceptionnelles non parfaites; autrement dit, le nombre des valeurs exceptionnelles non parfaites du domaine (D) ne saurait dépasser $2n - 1$ (l'infini non compris).

Un au moins de ces faits aura lieu; c'est là une extension aux intégrales d'une classe étendue d'équations différentielles du célèbre théorème de M. Picard.

Dans l'équation (2) la fonction $Q(u, u', \ldots, u^{m})$ peut être aussi transcendante par rapport à $u, u', \ldots, u^{(m)}$.

Dans le cas où $F(u)$ est une fonction multiforme, les valeurs exceptionnelles doivent être des points critiques de cette fonction.

Il est bien entendu que l'extension aux intégrales des équations différentielles considérées du théorème des fonctions à un nombre fini de branches est aussi vraie pour toutes ses généralisations.

Un résultat analogue est obtenu par M. Painlevé pour les intégrales des équations différentielles du premier ordre, algébriques par rapport à u et z [1]. Au contraire, les équations de ce travail sont nécessairement trans-

---

[1] *Leçons de Stockholm*, p. 233 *bis*, 234, 235.

cendantes par rapport à z. La démonstration du théorème que nous venons d'énoncer ici se fait par la même méthode d'élimination que celle du théorème (T) et s'appuie sur le théorème fondamental de M. Borel plusieurs fois cité dans mes travaux antérieurs sur les zéros des fonctions transcendantes (voir, par exemple, ma Thèse : Gauthier-Villars, 1906, et *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 2e série, t. VIII).

CINÉMATIQUE. — *Sur la viriation de deux surfaces réglées.* Note (1) de M. **Haag**, présentée par M. P. Painlevé.

On sait que tout mouvement d'un corps solide peut être réalisé par la *viriation* d'une surface réglée Σ sur une autre surface réglée Σ'. Les deux surfaces se raccordent constamment le long de l'axe central du mouvement, de sorte que la correspondance ainsi établie entre les deux surfaces est telle que *deux génératrices homologues aient même paramètre de distribution* (en grandeur et en signe). On peut penser à première vue qu'en établissant une telle correspondance entre deux surfaces réglées quelconques, on pourra les faire virier l'une sur l'autre. Mais, si l'on appelle γ et γ' les indicatrices sphériques des génératrices de Σ et Σ' et Γ et Γ' les lignes de striction correspondantes, on voit aisément qu'*il faut et il suffit que deux axes homologues quelconques de γ et de γ', ou, ce qui revient au même, de Γ et Γ', aient même longueur* (2). Pour étudier cette question d'une façon précise, il est nécessaire de donner des signes aux différentes grandeurs qui vont se présenter. A cet effet, nous commencerons par fixer un sens positif sur chaque génératrice G de Σ. Soit μ le point homologue de γ. Prenons ensuite une origine des arcs et un sens positif arbitraire sur γ. Soit μY la demi-tangente positive de cette courbe. Soit μZ le prolongement du rayon qui aboutit au point μ, et soit enfin μX la demi-droite telle que le trièdre μXYZ soit trirectangle et positif. Ce trièdre définit, comme on sait, un sens positif de rotation autour de chacune de ses arêtes et dans chacune de ses faces. Adoptons enfin sur Γ un sens positif et une origine arbitraires.

Ceci étant, nous appellerons t l'abscisse curviligne de μ sur γ et s celle du point central correspondant M sur Γ. Nous appellerons α l'angle de μZ

(1) Présentée dans la séance du 10 août 1908.

(2) On déduit immédiatement de là les théorèmes classiques sur les cas où l'axe instantané a une direction fixe, ou bien est fixe, par rapport au corps solide.

avec la demi-tangente positive de Γ au point M, angle compté positivement dans le plan (μZ, μX), qui est parallèle au plan central. Nous désignerons par k le paramètre de distribution affecté d'un signe tel que, si z désigne la cote d'un point quelconque m de G par rapport au point M et à la demi-droite μZ et si ω est l'angle de μZX avec le plan tangent en m, on ait en grandeur et en signe

$$z = k \operatorname{tang} \omega.$$

On vérifie de suite l'égalité

$$(1) \qquad k = \frac{ds}{dt} \sin \alpha.$$

Nous appellerons enfin ρ_1 le rayon de courbure normale de Γ sur Σ, ce rayon de courbure étant mesuré sur μY, et $\operatorname{tang}\psi$ le rayon de courbure géodésique de γ au point μ, ce rayon étant mesuré sur μX. Un raisonnement géométrique simple donne la formule

$$(2) \qquad \rho_1 = \frac{k}{\sin \alpha} \frac{\sin \psi}{\sin(\psi - \alpha)}.$$

Soit maintenant G′ la génératrice de Σ′ homologue de G. Fixons sur G′ un sens positif qui soit le même que pour G, quand G′ vient coïncider avec G dans la viriation. Nous en déduisons l'image sphérique μ'. Si l'on peut faire virier Σ sur Σ′, on pourra choisir sur γ' une origine et un sens positif tels que les abscisses curvilignes des points homologues μ et μ' soient constamment égales. Aussi les désignerons-nous toutes les deux par la même lettre t. Quant aux autres quantités, on les définira pour Σ′ comme pour Σ et nous les désignerons par les mêmes lettres affectées d'accents. Ce seront toutes des fonctions de la même variable t.

Ceci posé, pour que la viriation soit possible, il faut et suffit qu'on ait

$$(3) \qquad k' = k,$$

ou encore

$$(4) \qquad ds' \sin \alpha' = ds \sin \alpha.$$

Introduisons maintenant le pas du mouvement, c'est-à-dire le rapport p entre les mesures algébriques sur μZ (1) de la translation instantanée et du

(1) Ou sur $\mu' Z'$, car dans la viriation les deux trièdres μXYZ et $\mu' X'Y'Z'$ coïncident. Remarquons encore que les courbes γ et γ' roulent évidemment l'une sur l'autre.

vecteur instantané de rotation. On démontre par la Géométrie la formule suivante,

$$(5) \qquad p = \frac{2\sin(\alpha - \alpha')\sin\alpha\sin\alpha'}{\dfrac{\sin^2\alpha}{\rho'_1} - \dfrac{\sin^2\alpha'}{\rho_1}},$$

ou encore, en tenant compte de (2) et de (3),

$$(6) \qquad \frac{1}{p} = \frac{1}{2k}\left[1 - \frac{\sin\alpha\sin\alpha'\sin(\psi' - \psi)}{\sin\psi\sin\psi'\sin(\alpha' - \alpha)}\right],$$

formule élégante dont on peut sans doute tirer des applications. C'est ainsi que, *pour qu'il y ait roulement de Σ sur Σ*, il faut et suffit que $p = 0$ et, par suite, $\alpha = \alpha'$. D'où l'on peut déduire un énoncé donnant les conditions nécessaires et suffisantes pour que deux surfaces réglées soient applicables.

Laissons de côté pour l'instant ces applications, et voyons comment on peut *obtenir les équations des surfaces Σ qui correspondent à une surface Σ' donnée et à un pas également donné pour chaque génératrice de Σ'.*

Donnons-nous arbitrairement la courbe γ (c'est-à-dire le cône directeur de Σ), et prenons-y un système quelconque d'abscisses curvilignes t. Nous connaissons alors en fonction de t les quantités suivantes :

$$\alpha', \quad \psi', \quad k, \quad \psi \quad \text{et} \quad p.$$

L'équation (6) nous donne ensuite $\operatorname{tang}\alpha$. Nous sommes donc ramenés au problème suivant :

Déterminer une surface réglée connaissant son indicatrice, son paramètre de distribution et l'angle de chaque génératrice avec la ligne de striction.

Soient a, b, c les cosinus directeurs de μZ; a', b', c' ceux de μY; a'', b'', c'' ceux de μX. Ces cosinus se calculent aisément en fonction de t, dès qu'on se donne γ. Soient alors x_0, y_0, z_0 les coordonnées du point central de la génératrice correspondante. On a

$$(7) \qquad \left\{\begin{aligned} x_0 &= \int k(a'' + a\operatorname{cotang}\alpha)\,dt, \\ y_0 &= \int k(b'' + b\operatorname{cotang}\alpha)\,dt, \\ z_0 &= \int k(c'' + c\operatorname{cotang}\alpha)\,dt. \end{aligned}\right.$$

Appliquons ceci au mouvement de glissement d'un hyperboloïde de révolution sur une surface applicable. Soient $2V$ le demi-angle au sommet du cône

asymptote et $2R$ le rayon du cercle de gorge. *La surface Σ est ici un conoïde de Plücker*, d'équation

$$z = 2R\sin 2V \frac{xy}{x^2+y^2}.$$

On a alors

$$k = -2R\sin 2V\cos 2t, \qquad \alpha' = -\frac{\pi}{2}, \qquad \psi' = \frac{\pi}{2},$$

d'où, en appliquant la formule (6),

$$\operatorname{tang}\alpha \operatorname{cotang}\psi = 1 + \frac{4R\sin 2V\cos 2t}{p},$$

Or on trouve, par quelques considérations géométriques,

$$p = 2R\sin 2V\sin(t-V)\sin(t+V) = -\frac{k}{2} + \frac{R\sin 4V}{2},$$

d'où

$$\operatorname{tang}\alpha \operatorname{cotang}\psi = 1 + \frac{2\cos 2t}{\sin(t-V)\sin(t+V)} = \frac{\cos 2V + 3\cos 2t}{\cos 2V - \cos 2t}.$$

Il suffira alors de se donner arbitrairement une courbe sphérique γ et d'appliquer les formules (7).

PHYSIQUE. — *L'hélium liquide.* Note ([1]) de **M. H. Kamerlingh Onnes.**

Le premier pas vers la liquéfaction de l'hélium, d'après la théorie de M. van der Waals, a été la détermination des isothermes, particulièrement de celles qui correspondent aux basses températures qu'on peut obtenir à l'aide de l'hydrogène liquide. Elles donnaient (Communication n° 102 du Laboratoire de Leyde, 1907), pour la température critique de l'hélium, 5° à 6° sur l'échelle de Kelvin. Or, disposant du cycle d'hydrogène liquide qui est établi à Leyde (Communication n° 94, 1906) pour les mesures de précision prolongées et qui permet de continuer un refroidissement à 15° K. aussi longtemps qu'on le désire, d'après un théorème développé dans la Communication n° 23, 1896 ([2]), on pouvait liquéfier statiquement un gaz ayant la température critique de l'hélium par une circulation prolongée dans un cycle *conforme* à ce cycle d'hydrogène liquide et travaillant dans des circonstances *correspondantes*. La méthode, la construction des appareils et

([1]) Reçue dans la séance du 17 août 1908.

([2]) Je m'occupais alors de liquéfier statiquement l'hydrogène.

les expériences qui ont servi à atteindre ce but sont décrites en détail dans le Supplément du procès-verbal de la séance du 27 juin dernier de l'Académie d'Amsterdam, où j'ai signalé aussi l'importance qu'ont eue pour le succès, à côté de la théorie de M. van der Waals, les moyens que M. Dewar a mis à la disposition des physiciens. Je prends la liberté de présenter un extrait de ce Mémoire.

200^l d'hélium très pur sont mis en circulation à raison de 1400^l normaux par heure, aussi longtemps qu'on le désire, par un compresseur de Cailletet à plongeur de mercure, modifié comme cela a été décrit dans les Communications n°s 14 et 54 (1894 et 1900) [1], et précédé du compresseur auxiliaire. L'hélium, comprimé jusqu'à 100^{atm} avant d'entrer dans le régénérateur à robinet d'expansion, est refroidi jusqu'à 15° K. par l'hydrogène liquide s'évaporant sous la pression de 6^{cm} dans un réfrigérateur, où il est admis d'après les indications d'un verre gradué et d'un thermomètre indicateur de niveau.

L'hélium liquide est recueilli dans le fond non argenté d'un verre évidé à double paroi, argenté pour le reste. La partie transparente est entourée par de l'hydrogène liquide dans un verre évidé à double paroi, entouré lui-même d'un verre semblable rempli d'air liquide, qui est entouré à son tour par un verre à alcool qu'on tient un peu chauffé par une circulation. L'appareil restait parfaitement transparent jusqu'à la fin de l'expérience (5 heures après la mise en marche de la circulation d'hélium).

L'expérience a commencé le 10 juillet à 5^h45^m du matin, 75^l d'air liquide ayant été préparés d'avance à l'aide de la cascade de cycles à régénérateurs du laboratoire (Communications n° 14, 1894, n° 94, f. VIII, 1906, et Supplément n° 18, 1907). A 1^h30^m, 20^l d'hydrogène liquide étaient prêts. A 4^h20^m, l'hélium commençait à circuler. A 7^h30^m, l'hélium liquide fut observé pour la première fois. La formation de la première quantité a échappé à l'observation; mais, après, on a vu la surface du liquide se déplacer sous le souffle de l'hélium sortant du robinet et le liquide s'accumuler.

La surface du liquide transparent et incolore était rendue bien visible par réflexion en l'éclairant d'en bas. La surface, une fois observée, ne fut plus perdue de vue. On la voyait traversée par les fils du couple thermométrique. En regardant à travers les trois verres, on voyait à la fois les ménisques de l'air liquide, de l'hydrogène liquide et de l'hélium liquide. La différence de ce dernier liquide exceptionnel avec les autres sautait aux yeux. La capillarité de l'hélium est extrêmement petite; la surface de l'hélium

---

(1) J'ai appliqué le compresseur Cailletet aussitôt qu'il a été connu, il y a 25 ans. Depuis lors je m'en suis servi régulièrement pour comprimer les gaz extrêmement purs en travail continu. Les excellents services que le compresseur à plongeur de mercure m'a rendus dans le *cycle d'hélium* m'ont récompensé du travail que j'ai consacré à réaliser la belle idée de construction de M. Cailletet.

liquide s'applique contre les parois comme la lame d'un couteau. Elle ressemble tout à fait à un ménisque d'acide carbonique dans un tube Cagniard de la Tour; seulement, dans le cas présent, le diamètre du tube était de 5^{cm}.

L'hélium est resté à l'état liquide pendant plus de deux heures. Lorsqu'il y en avait encore 60^{cm^3}, on a recueilli séparément le gaz qui s'en dégageait. La densité du liquide a été trouvée 0,154. Le point d'ébullition, déterminé avec un thermomètre à hélium, fut trouvé $4^{\circ},3$. Il faut encore y appliquer les corrections à l'échelle Kelvin à l'aide de l'équation d'état de l'hélium, ce qui fera probablement environ $4^{\circ},5$ K. A part quelques points de différence importants, les propriétés de l'hélium ressemblent d'une manière frappante à l'image que M. Dewar, en se fondant sur différentes suppositions, en a donnée dans son adresse de 1902. Le rapport de la densité du liquide à celle de la vapeur est de 11 à 1. On peut en déduire que la température critique n'est pas beaucoup au-dessus de 5° K et la pression critique pas beaucoup au-dessus de $2^{atm},3$. Des isothermes on déduit plutôt une pression d'environ 3^{atm}, encore bien plus petite que celle des autres corps. Il s'ensuit qu'en soumettant l'hélium à de hautes pressions on peut travailler avec des pressions réduites bien plus hautes qu'on ne les peut réaliser avec d'autres substances. Ce qu'on peut obtenir sous ce rapport en appliquant une pression de 5000^{atm} à l'hélium surpasse ce qu'on atteindrait en soumettant l'acide carbonique, par exemple, à 100000^{atm}.

L'hélium ne s'est pas solidifié lorsque la pression de vapeur a été diminuée. La communication avec la grande pompe à vide n'était pas assez bonne cette fois, mais il est certain que je suis allé jusqu'à 1^{cm}, peut-être même jusqu'à 7^{mm}. Le liquide, à cette température, était encore extrêmement mobile.

S'il se comportait comme le pentane, il ne deviendrait solide que vers 1° K. Pour la force de cohésion a de van der Waals, on a trouvé la valeur extrêmement petite de 0,00005 par un calcul provisoire. Toutes ces mesures et calculs sur les propriétés de l'hélium liquide ne sont naturellement que provisoires.

Dans le Supplément n° 9 des Communications (1904), j'ai exposé l'importance des recherches aux très basses températures.

L'intérêt de ces températures a été encore bien augmenté par le parti que M. Jean Becquerel en a tiré dans l'étude de l'absorption de la lumière, qui l'a conduit à tant de données sur les électrons dans les composés des terres rares et à sa découverte des électrons positifs.

Ce qu'on peut dire des températures très basses qu'on pouvait obtenir jusqu'ici s'applique *a fortiori* à celles qu'on pourra obtenir avec l'hélium liquide.

Naturellement, il sera plus difficile de faire des recherches avec l'hélium liquide qu'avec l'hydrogène liquide. Mais il ne faut pas mesurer les difficultés par celle de la première liquéfaction. Une fois les conditions pour obtenir l'hélium liquide bien connues, la plus grande difficulté est levée, et l'on peut concentrer ses efforts sur l'emploi du nouveau gaz liquéfié. La circulation d'hélium dorénavant pourra travailler au Laboratoire de Leyde d'une manière continue simultanément avec le cycle d'hydrogène, de sorte que des mesures même prolongées seront possibles et pourront donner lieu à des collaborations, d'après l'illustre exemple de Moissan et Dewar.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du chlorure d'arsenic et de l'arsenic sur le cobalt.* Note de M. F. **Ducelliez**, transmise par M. Haller.

Les travaux relatifs aux arséniures de cobalt se rapportent généralement aux substances naturelles; la plus répandue, la smaltine $CoAs^2$, a été reproduite par Durocher [1].

Le chlorure d'arsenic agissant sur le cobalt transforme ce métal en chlorure, avec formation d'un arséniure d'autant plus riche que l'opération est effectuée à une température plus basse, sans qu'il soit possible toutefois de dépasser la teneur correspondant à $CoAs^2$. La limite inférieure d'arséniuration est définie par le composé Co^3As^2.

Les alliages d'arsenic et de cobalt, substitués au métal, amènent à des résultats identiques.

Ainsi, dans des expériences successives, où nous avons maintenu le cobalt ou certains arséniures de ce métal, toujours à l'état pulvérulent, en contact avec le chlorure d'arsenic, jusqu'à composition constante, nous avons été amené à des résultats, variant dans certains intervalles de température, que nous nous sommes efforcé de déterminer. Au début et à la fin des opérations, le produit a été isolé dans un gaz inerte : hydrogène ou anhydride carbonique.

---

(1) Durocher, *Comptes rendus*, t. XXXII, 1851, p. 823.

De 800° à 1400°, le cobalt ou l'arséniure à 39 pour 100 d'arsenic [1] se transforment en Co^3As^2 qui, lorsque l'opération est faite au-dessus de 1000°, présente l'aspect de lingots brillants, perdant de l'arsenic au voisinage de 1400°. D à 0° = 7,82.

De 600° à 800°, le cobalt ou l'arséniure Co^3As^2 absorbent de l'arsenic; le produit obtenu répond à la formule CoAs. Cet arséniure est constitué par une poudre gris clair, cristalline, se ternissant légèrement à l'air; chauffé dans un léger courant d'hydrogène, il abandonne de l'arsenic à partir de 800° avant de fondre. D à 0° = 7,62.

De 400° à 600°, le trichlorure commence à réagir sur la poudre de cobalt bien réduite, vers 450°. L'analyse assigne au composé obtenu finalement une teneur voisine de 65,60 pour 100 d'arsenic. Dans ces conditions, CoAs atteint la même teneur en arsenic, qui correspond à Co^2As^3. Ce corps commence à se décomposer à 600° et a pour densité à 0° : 7,35.

Au-dessous de 400°, le corps précédent se transforme lentement en $CoAs^2$, composé qu'on n'obtient pas directement, à ces températures, par l'action du trichlorure sur le cobalt. Ce produit est une poudre grise, s'oxydant à l'air, se décomposant un peu au-dessus de 400°. D à 0° = 6,97.

Pour celles de ces expériences faites à une température supérieure à 600°, il y a mise en liberté d'un peu d'arsenic; la quantité de ce métalloïde isolé croît avec la température; de plus, dans une même série d'essais faits dans un intervalle de température déterminé, la quantité d'arsenic libérée augmente à mesure qu'on se rapproche de l'arséniure à obtenir, tandis que la quantité de chlorure de cobalt diminue. L'arséniure étant élaboré, l'action du chlorure d'arsenic continuant, la masse du composé diminue, et il y a formation constante de chlorure de cobalt et mise en liberté d'arsenic. Dans les deux dernières séries d'expériences il ne se dépose pas d'arsenic, et la production de chlorure de cobalt s'arrête après la formation de Co^2As^3 ou de $CoAs^2$.

Des mélanges d'arsenic et de cobalt, chauffés en présence de l'hydrogène, jusqu'à poids constant, dans les limites de température antérieurement indiquées, amènent à l'obtention de la même série d'arséniures.

Ces corps se forment encore, dans les mêmes conditions de température, lorsqu'on fait passer sur le cobalt pulvérulent des vapeurs d'arsenic, entraînées par un léger courant d'hydrogène.

Le composé Co^3As^2, particulièrement fixe, se produit également par la réduction (900°), au moyen de l'hydrogène, de l'arsénite ou de l'arséniate de cobalt. Le fort dégagement de chaleur qui accompagne ces réductions provoque la volatilisation d'une partie de l'arsenic et, par suite, empêche la formation de CoAs.

Aucun des arséniures cités n'est attirable à l'aimant; leurs densités, de

---

[1] Nous avons obtenu ce corps comme résidu du traitement à l'acide chlorhydrique de culots cobalt-arsenic, contenant moins de 38,86 pour 100 d'arsenic (*Procès-verbaux Soc. sc. ph. nat., Bo.*, 20 février 1908).

beaucoup supérieures à celles trouvées par le calcul, indiquent que la formation de ces corps est accompagnée d'une forte contraction.

Les réactifs chimiques ont sur eux des effets comparables. En particulier : le chlore, l'oxygène, le soufre réagissent vivement; l'acide azotique et l'eau régale les mettent facilement en solution; l'acide chlorhydrique, même concentré et chaud, a fort peu d'action, l'acide sulfurique agit encore moins; les alcalis et les carbonates alcalins en fusion les attaquent lentement.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du trichlorure d'arsenic sur le nickel et sur les arsénionickels.* Note de M. **Em. Vigouroux**, transmise par M. Haller.

Les minéralogistes ont signalé deux arséniures naturels principaux : la rammelsbergite $NiAs^2$ (1) et la nickeline NiAs, rouge cuivre, dont les formes cristallines ont été reproduites par Durocher (2). Les chimistes n'ont guère étudié, comme composé artificiel, que l'arséniure rouge, mais ils lui attribuent généralement la formule Ni^3As^2. Ainsi Wöhler (3) a rencontré ce dernier, de couleur rouge tombac et souillé de soufre, fer, cobalt, cuivre, dans les fours à verre bleu des fabriques de smalt. Descamps (4) l'a préparé en réduisant, à l'aide du cyanure de potassium, l'arséniate ou un mélange d'arsenic et d'oxyde de nickel. Le nickel réduit, de l'oxalate, traité par le trichlorure d'arsenic, a permis à MM. Granger et Didier (5) d'obtenir, vers 600°, un corps rappelant le même arséniure Ni^3As^2 trouvé par Wöhler, se présentant sous forme de grains rougeâtres et décomposable par la chaleur.

L'action du même trichlorure, s'exerçant sur une plus grande échelle de température, soit sur le nickel, soit sur ses arséniures, nous a permis de réaliser deux corps : NiAs, rougeâtre comme le produit naturel, et Ni^3As^2, blanc brillant, indécomposable dans les foyers ordinaires. Le trichlorure

(1) Hoffmann, *Ann. Ph. Chim. Pogg.*, t. XXV, 1832, p. 485. — Rose, *Ann. Ph. Chim. Pogg.*, t. XXVIII, 1833, p. 435. — C. Rammelsberg, *Ber. chem. Gesell.*, t. VII, 1874, p. 152.

(2) Durocher, *Comptes rendus*, t. XXXII, 1851, p. 823.

(3) Wöhler, *Ann. Ch. Ph.*, 2e série, t. LI, 1832, p. 208.

(4) Descamps, *Comptes rendus*, t. LXXXVI, 1878, p. 1022-1065.

(5) Granger et Didier, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXIII, 1900, p. 506.

d'arsenic, contenu dans une cornue, est dirigé, à l'état de vapeurs, à l'intérieur d'un tube horizontal chauffé, contenant une nacelle en porcelaine chargée de la substance à traiter qu'on continue à attaquer jusqu'à ce qu'elle se fixe à une composition constante : il y a apparition de chlorure métallique et d'arsenic libre. Quelquefois, un courant de gaz carbonique purgeait l'appareil avant et après chaque opération, comme dans les intéressantes expériences de MM. Granger et Didier.

I. Le nickel réduit, pulvérulent, préparé par nous aussi pur que possible et surtout exempt de cobalt, qui se comporte différemment dans ce cas, ne subit pas d'attaque sensible au-dessous de 400° ([1]). Entre 400° et 600°, il se transforme, dans la nacelle, en une masse qui, dépouillée du chlorure métallique qui l'imprègne, par un lavage à l'eau, répond à la formule NiAs. De 600° à 800°, le corps élaboré présente également la composition précédente. Enfin la même expérience, réalisée entre 800° et 1400°, nous a donné le composé Ni^3As^2.

II. Une gamme d'arsénionickels, indifférents à l'aimant, est aisément obtenue, dans un courant d'hydrogène, par saturation du métal à l'aide de l'arsenic, soit en dirigeant ses vapeurs sur le nickel, soit en chauffant le mélange des deux corps pulvérulents, ce qui entraîne généralement l'incandescence. Les proportions centésimales d'arsenic absorbées sont voisines de 72 lorsqu'on opère entre 300° et 400°, de 65 entre 400° et 600°, de 56 entre 600° et 800°, de 46 au-dessus de 800°; enfin un arséniure à 39 pour 100 est abandonné par des alliages titrant autour de 38, 24 et 11 pour 100, après leur attaque par l'acide sulfurique étendu suivie de l'élimination d'une substance attirable à l'aimant. Tous ces corps, traités isolément par le trichlorure, engendrent facilement les deux composés précédents. Ainsi, entre 400° et 600°, l'arsénionickel à 56 pour 100, qui en présence de l'arsenic libre en absorberait, conserve sa teneur et répond toujours à la formule NiAs. De 600° à 800°, ces alliages tendent également vers NiAs, soit par perte, soit par absorption d'arsenic. Entre 800° et 1400°, tous ceux que nous avons essayés s'y sont transformés en Ni^3As^2 (en particulier les arsénionickels à 39 et à 46 pour 100).

L'arséniure NiAs, de couleur rouge clair, se présente, suivant sa température de production, sous la forme d'une poudre constituée par de petits cristaux à éclat métallique ou en masse légèrement frittée; densité à 0° : 7,57 (théorique : 6,87).

Ni^3As^2 est une substance pulvérulente, grisâtre, à éclat métallique, qui fond vers 1000° et se présente alors sous les apparences d'un lingot dur, brillant, blanc d'argent, se fragmentant facilement en lames sous le choc; densité à 0° : 7,86 (théorique : 7,10).

La chaleur enlève de l'arsenic à NiAs à partir de 100° et l'amène à l'état de Ni^3As^2. Ce dernier, particulièrement fixe, ne commence à subir une décomposition légère que

---

([1]) Les températures étaient approximativement appréciées à l'aide d'une pince Le Chatelier dont l'extrémité plongeait dans un peu de magnésie entourant l'extérieur du tube au niveau de la nacelle.

vers 1400°. Inversement, chauffés en présence de l'arsenic, dans un courant d'hydrogène, à des températures décroissantes, ces corps subissent une arséniuration croissante, et, au-dessous de 400°, la proportion de métalloïde absorbée est telle qu'ils sont transformés en une poudre grisâtre de formule $NiAs^2$.

Le chlore, à chaud, les attaque très vivement. L'oxygène, dès le rouge sombre, les brûle avec production d'une flamme pâle et dégagement de fumées blanches. Le soufre en vapeurs les transforme en sulfures fondus. L'acide azotique et l'eau régale les amènent rapidement en solution. Les acides chlorhydrique et sulfurique, même concentrés et chauds, ne produisent que fort peu d'effet. Le chlorate et l'azotate de potassium en fusion les désagrègent en formant de l'arséniate de potassium, le premier avec incandescence. Leur attaque à l'aide des alcalis ou des carbonates alcalins n'a lieu que lentement.

Conclusions. — L'action du chlorure d'arsenic sur le nickel nous a permis d'obtenir, avec Ni^3As^2 souvent mentionné, le corps NiAs trouvé dans la nature.

Le biarséniure naturel, correspondant à $NiAs^2$ dont nous poursuivons l'étude, a été également reproduit par nous.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux des procédés de préparation de la monométhylamine.* Note de M. **Maurice François**, transmise par M. H. Le Chatelier.

Dans des Notes précédentes ([1]) j'ai donné un procédé permettant la séparation exacte des amines très volatiles et de l'ammoniaque; ce procédé est basé sur l'action de l'oxyde jaune de mercure qui absorbe l'ammoniaque en totalité sans le combiner aux amines. J'avais laissé entrevoir que les procédés de séparation existants, à l'exclusion du procédé de M. Jarry, devaient être inexacts. Le fait a été précisé depuis par M. Bertheaume ([2]), qui a montré que le traitement par l'alcool absolu d'un chlorhydrate de méthylamine souillé de chlorhydrate d'ammoniaque laisse dans le chlorhydrate purifié 8,50 pour 100 de chlorhydrate d'ammoniaque. J'ai montré moi-même ([3]) que la séparation de l'ammoniaque à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien était complètement inapplicable aux mélanges d'ammoniaque et de monométhylamine.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 567 et 857.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 1215.

([3]) *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 1284.

Le procédé à l'oxyde jaune de mercure a l'avantage, outre son exactitude, de permettre d'éviter complètement l'emploi de l'alcool absolu et de fournir à l'état de monométhylamine exempte d'ammoniaque la totalité de la monométhylamine contenue dans le produit brut à purifier. Mais, pour appliquer ce procédé, qui élimine l'ammoniaque et rien autre chose, il est de toute évidence qu'il faut prendre comme point de départ une méthylamine brute qui ne contienne que de l'ammoniaque et de la monométhylamine à l'exclusion de toute autre base azotée. Il y a donc lieu d'examiner à ce point de vue, ainsi qu'au point de vue du rendement, quelques procédés de préparation de la monométhylamine.

Parmi ceux-ci, deux surtout, caractérisés par leur bon rendement, ont été très en faveur : celui d'Hoffmann par l'acétamide bromé [1], et celui de MM. Brochet et Cambier [2] par le formol et le chlorhydrate d'ammoniaque.

1° *Préparation par le chlorhydrate d'ammoniaque et le formol.* — Dans ce procédé, le produit brut est un mélange de chlorhydrate de monométhylamine, de chlorhydrate d'ammoniaque, de formol, de chlorhydrate de triméthyltriméthylène-triamine, etc., les deux derniers corps en quantité considérable. On ne peut évidemment pas songer à employer ce produit brut à la préparation de la monométhylamine pure ; mais, se résignant à employer l'alcool absolu, peut-on se servir du chlorhydrate qui résulte d'une première cristallisation du produit brut dans l'alcool absolu? une partie des impuretés très abondantes ne passe-t-elle pas dans les cristaux?

Pour résoudre la question, il suffit de trouver quelques réactions caractéristiques de la principale impureté. J'ai observé que les solutions chlorhydriques moyennement concentrées de triméthyltriméthylène-triamine décolorent une solution d'iode dans l'iodure de potassium, puis laissent déposer, par une nouvelle addition de réactif, un periodure brun formé de sphérules observables au microscope, et qu'une solution d'iodure mercurique dans l'iodure de potassium y détermine un précipité jaune pâle également formé de sphérules microscopiques. Enfin le chlorhydrate de triméthyltriméthylène-triamine est facilement soluble dans le chloroforme pur.

Le chlorhydrate de monométhylamine préparé suivant la méthode de MM. Brochet et Cambier, et purifié par une seule cristallisation dans l'alcool absolu, étant soumis à ces réactions, se comporte comme il suit :

$0^g,50$ dissous dans 2^{cm^3} d'eau et additionnés de 1^{cm^3} de solution décinormale d'iode donnent un précipité couleur chocolat apparaissant au microscope formé de globules. $0^g,50$ dissous dans 2^{cm^3} d'eau précipitent abondamment, par addition de 1^{cm^3} de solution d'iodure mercurique (HgI^2, 100^g; KI, 75^g pour 1 litre); le précipité se montre

---

(1) *Deutsch. chem. Gesellsch.*, 1877, p. 2226.

(2) *Bulletin de la Société chimique*, 1895, p. 533.

au microscope formé de globules. Enfin 2g sont pulvérisés et mêlés à 20g de sable quartzeux ; le mélange est séché sur l'acide sulfurique, introduit rapidement dans une très petite allonge et épuisé à froid par du chloroforme privé d'alcool par agitation avec l'acide sulfurique et récemment distillé. Le chloroforme laisse par évaporation un résidu qui, séché à 70°-80°, pèse 0g,066, soit 3,3 pour 100 du chlorhydrate. Ce résidu dissous dans l'eau présente les réactions de la triméthyltriméthylène-triamine.

Traité parallèlement et dans des conditions identiques, un échantillon de chlorhydrate de monométhylamine préparé par l'acétamide bromé n'a donné aucun précipité par les réactifs ci-dessus et n'a rien cédé au chloroforme.

Le chlorhydrate de monométhylamine préparé par le chlorhydrate d'ammoniaque et le formol retient donc, après une première cristallisation, 3 pour 100 environ de triméthyltriméthylène-triamine; je ne crois donc pas qu'il puisse servir quand on a en vue de préparer de la monométhylamine pure.

2° *Préparation par l'acétamide bromé.* — Dans l'épuisement par le chloroforme du chlorhydrate de monométhylamine préparé par l'acétamide bromé, rapporté ci-dessus, le chloroforme ne dissout pas trace de matière. Les chlorhydrates de di- et de triméthylamine étant solubles dans le chloroforme, cela signifie d'une manière certaine que ce chlorhydrate est exempt de bases secondaires et de bases tertiaires. Le produit brut de la préparation est uniquement un mélange d'ammoniaque et de monométhylamine; il se prête très bien et directement à la purification par l'oxyde jaune de mercure. Ainsi purifié, il donne un chlorhydrate pur, bien exempt d'ammoniaque, fondant à 226° et contenant le chiffre théorique de chlore.

C'est donc bien la préparation par l'acétamide bromé qu'on doit choisir lorsqu'on a en vue la préparation de la monométhylamine pure.

Malheureusement, ce procédé est loin de fournir le rendement que lui attribuait son auteur. Hoffmann a annoncé qu'il obtenait pour 59g d'acétamide 52g,65 de chlorhydrate de monométhylamine. Il établissait ce rendement en épuisant le chlorhydrate brut, mélange de chlorhydrate d'ammoniaque et de chlorhydrate de méthylamine, par l'alcool absolu bouillant; il est très vraisemblable qu'il prolongeait l'action de l'alcool pour enlever tout le chlorhydrate de monométhylamine et que, dans ces conditions, il disssolvait la presque totalité du chlorhydrate d'ammoniaque et le comptait comme chlorhydrate de méthylamine.

En suivant en effet très exactement le procédé donné par Hoffmann, et en partant de 59g, une molécule d'acétamide bien pur, j'ai à plusieurs reprises constaté que les chlorhydrates produits pesaient environ 50g,46 et étaient formés de 23g,78 de chlorhydrate de monométhylamine et de 26g,68 de chlorhydrate d'ammoniaque. Dans ces conditions, le rendement n'est plus que 35,22 pour 100 du rendement théorique et 14,92 pour 100 de l'azote ne se retrouvent pas sous forme basique. Ils ont disparu en grande partie sous forme d'azote libre.

BOTANIQUE. — *Sur le mode de végétation de la Morille.* Note de M. **Louis Matruchot**, présentée par M. Gaston Bonnier.

La germination des spores de Morille, signalée déjà par de Seynes, réalisée à nouveau par Brefeld, puis par Costantin et moi [1], donne naissance à un mycélium dont nous avons indiqué sommairement les principaux caractères. Ce mycélium a été obtenu depuis par divers autres expérimentateurs, en particulier par Répin, Molliard, Fron [2]; les deux premiers ont réussi à observer la formation des appareils reproducteurs; d'autre part, Molliard a montré que la forme conidienne de *Morchella esculenta* est la Mucédinée antérieurement découverte et décrite par moi [3] sous le nom de *Costantinella cristata*.

Le cycle complet du développement de la Morille est donc aujourd'hui bien connu [4]. Mais nous sommes encore assez mal renseignés sur le mode de végétation de ces Champignons dans la nature.

Or, dans nos études sur le mycélium de Morille, Costantin et moi avons les premiers signalé et décrit des productions très caractéristiques, sortes de *masses sclérotiformes*, constituées par des agglomérations de filaments, dont la nuance varie du brun clair ou jaunâtre au brun noirâtre, et qui nous avaient paru être des ébauches de fructifications. Ces productions ont été observées à nouveau par Répin et par Molliard; leur existence est constante dans les cultures artificielles des diverses espèces de Morille.

Une étude attentive de ces *masses sclérotiformes* en milieu artificiel m'ayant

(1) Costantin et Matruchot, *Sur la production du mycélium des Champignons supérieurs* (*Comptes rendus des séances la Société de Biologie*, 11 janvier 1906).

(2) *Cf.* Répin, *La culture de la Morille* (*Revue générale des Sciences*, 15 juillet 1901, et *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1274). — Molliard, *Mycélium et forme conidienne de la Morille* (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, février 1904) et *Forme conidienne et sclérotes de* Morchella esculenta *Pers.* (*Revue générale de Botanique*, t. XVI, 1904, p. 209). — Fron, *Sur les conditions du développement du mycélium de la Morille* (*Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1187).

(3) L. Matruchot, *Recherches sur le développement de quelques Mucédinées* (*Thèse de Doctorat*, Paris, 1892).

(4) A l'exception toutefois de la germination des conidies, qui n'a pas encore pu être réalisée. Toutes mes tentatives sur les spores de *Costantinella* ont échoué; Molliard, depuis, n'a pas été plus heureux.

familiarisé avec leur aspect, leur forme et leur structure, j'ai pu reconnaître leur existence dans la nature et m'en servir pour fixer un point de la biologie de la Morille.

Les expériences et observations ont porté sur *Morchella semilibera* DC dont une station naturelle existe à Meudon, occupant un espace d'une superficie d'un are environ, en terrain caillouteux, où chaque année, depuis 1905, j'observe et recueille les fructifications ascosporées.

D'une part, j'ai fait des cultures artificielles de cette espèce, de façon à bien préciser les caractères du mycélium et des *masses sclérotiformes*. D'autre part, je me suis astreint, chaque année, à rechercher et à suivre dans le sol, à partir des chapeaux de Morille, le mycélium souterrain du Champignon.

Plus de vingt observations différentes m'ont donné les mêmes résultats. Toujours, au pied du chapeau de Morille et à fleur de sol, existe un tubercule charnu sur lequel la fructification a pris naissance. Ce tubercule, par sa taille (qui peut atteindre jusqu'à 4^{cm} ou 5^{cm} de diamètre), par sa couleur jaunâtre, par sa forme irrégulière, par sa texture compacte, par son élasticité et par la façon dont il se laisse déchirer, n'est pas sans rappeler certaines Éponges marines; mais le faux tissu qui le constitue présente une assez grande dureté. En se formant sur place, ce faux tissu a englobé des éléments du sol, particules de terre, cailloux, qui y sont emprisonnés et font corps avec lui.

A ce tubercule aboutissent de nombreux cordons et filaments épars dans le sol environnant, où ils forment de place en place des *masses sclérotiformes* identiques à celles dont j'ai parlé plus haut. Il n'est pas toujours facile de suivre le mycélium dans le sol sur une grande longueur; mais les caractères de ces *masses sclérotiformes* sont si nets que le doute n'est pas permis et que j'ai pu, avec certitude, les rattacher au tubercule charnu qui est à la base du chapeau de Morille, et avec lequel elles sont en continuité par l'intermédiaire du mycélium souterrain.

Or, les *masses sclérotiformes* sont nettement en contact avec des racines de végétaux supérieurs, en particulier avec des racines d'Orme (*Ulmus campestris*), qu'elles entourent d'un manchon à la façon des mycorhizes ectotrophes et qu'elles pénètrent même partiellement comme dans le cas des mycorhizes endotrophes.

Il semble que ces *masses sclérotiformes* soient le lien naturel entre la mycorhize et le mycélium souterrain du Champignon : elles constitueraient, pour ainsi dire, un organe de fixation de l'appareil végétatif du Champignon sur les racines de l'arbre aux dépens duquel il vit.

En résumé, des expériences et observations qui précèdent il résulte deux faits nouveaux de la biologie de la Morille :

1° Les *masses sclérotiformes* que produisent en abondance les cultures artificielles de Morilles existent *normalement* dans la nature;

2° Par ces *masses sclérotiformes* le mycélium souterrain de la Morille se met en relation avec des racines d'arbres, en particulier avec des racines d'Orme, et forme avec celles-ci de *véritables mycorhizes*.

BOTANIQUE. — *Influence des conditions extérieures sur le développement et la sexualité des prothalles de Polypodiacées.* Note de M. G. Perrin, présentée par M. Gaston Bonnier.

De nombreuses recherches faites sur les prothalles de Polypodiacées nous ont montré que l'unisexualité était, chez ces prothalles, beaucoup plus fréquente qu'on ne l'admettait généralement.

Les anthéridies apparaissent de très bonne heure, dès que l'aspect cordiforme commence à se dessiner; elles se présentent d'abord en petit nombre vers le pied et, au fur et à mesure du développement du prothalle, se multiplient de bas en haut, mais restent néanmoins toujours localisées dans la moitié inférieure, seule région où se trouvent les rhizoïdes.

Les archégones n'apparaissent que plus tard, lorsque le coussinet médian est bien développé. Leur nombre peut varier de un à dix-huit, selon les genres; il n'est pas constant pour une espèce donnée. Ces archégones, comme les anthéridies, ne se forment pas simultanément; ils sont d'autant plus jeunes qu'ils sont plus rapprochés de l'échancrure du cœur. Ainsi, tandis que les premières anthéridies apparaissent à la base, les premiers archégones, au contraire, se montrent vers le milieu du prothalle.

Lorsque le prothalle perd son aspect cordiforme, il présente le plus souvent une languette médiane à la place de l'échancrure, et dans ce cas le coussinet, mal développé, ne donne généralement pas naissance à des archégones; le prothalle reste unisexué au stade mâle. La languette prothallienne médiane semble donc avoir la valeur morphologique du massif cellulaire central, sur lequel se forment normalement les archégones.

Les prothalles unisexués sont nombreux avec certaines espèces d'*Adiantum* et avec les *Aspidium falcatum* et *Pteris cretica*, mais, fait à signaler, ils sont généralement mâles; les prothalles femelles sont plutôt rares.

Nous nous sommes demandé s'il ne fallait pas rechercher la cause de cette tendance de certaines espèces à l'unisexualité dans la spore elle-même, et pour cela nous avons examiné attentivement, plus particulièrement au point de vue de la forme et des dimensions, un grand nombre de spores de ces espèces, recherchant s'il ne nous était pas possible de les classer en microspores et macrospores à développement différent.

Nous avons trouvé des spores de dimensions inégales aussi bien chez les Polypodiacées donnant des prothalles généralement hermaphrodites, comme les *Polystichum Filix-mas*, *Blechnum Spicant*, *Polypodium vulgare*, que chez

celles qui ont une tendance manifeste pour l'unisexualité, telles que l'*Aspidium falcatum* et le *Pteris cretica*.

Ayant séparé ces spores en remarquant que les plus grosses, situées généralement à l'ouverture de l'anneau, tombent les premières, et fait dès semis séparés avec chaque sorte, nous avons trouvé dans chaque culture à peu près la même proportion de prothalles unisexués et de prothalles hermaphrodites qu'avec les semis ordinaires.

La dimension des spores semble donc n'avoir aucune influence sur le développement et la sexualité des prothalles.

Le protoplasma de ces spores est-il différent? C'est ce que nous n'avons pu déterminer, mais il est à prévoir qu'il faut surtout rapporter aux conditions extérieures cette tendance à l'unisexualité, manifestée par certaines espèces.

Les conditions extérieures qui semblent avoir le plus d'influence paraissent tenir : 1° au milieu nutritif; 2° à la lumière; 3° à la température; 4° à l'humidité; 5° à l'époque des semis.

Les spores germant sur milieu nutritif pauvre donnent des prothalles rudimentaires qui peuvent rester en l'état près d'un an et reprendre leur développement si on les place dans des conditions favorables.

Lorsque le milieu est peu concentré comme les liqueurs de Knopp ou de Detmer diluées, la croissance des prothalles est lente; les organes mâles apparaissent normalement, tandis que les organes femelles n'apparaissent que tard et souvent avortent complètement même dans les espèces qui, comme les *Polystichum Oreopteris*, *Blechnum Spicant*, *Polypodium vulgare*, ne manifestent aucune tendance à l'unisexualité.

Lorsque le milieu nutritif ne renferme pas d'azote, les prothalles sont généralement unisexués mâles. Prantl avait déjà réussi à empêcher la formation d'archégones sur le prothalle d'*Osmonda regalis* en le cultivant sur liquide dépourvu d'azotate. Au contraire, les milieux riches en azote donnent en majeure partie des prothalles hermaphrodites. Peut-être faut-il voir là une nouvelle activité donnée au cloisonnement de la cellule génératrice par apport d'azotates, qui favorisent, comme on le sait depuis les travaux de Palladine, l'assimilation chlorophyllienne.

La lumière a une action prépondérante sur la formation des organes reproducteurs. Les prothalles de Polypodiacées demandent pour se développer dans de bonnes conditions une demi-obscurité correspondant comme intensité au quart de la lumière solaire directe. L'apparition des organes reproducteurs est facilitée par la lumière faible; les prothalles cultivés à la demi-

obscurité sont généralement hermaphrodites, à l'inverse de ceux qui, cultivés en pleine lumière, sont le plus souvent unisexués mâles.

L'action des différentes sortes de lumière est fort variable : les rayons bleus donnent des cultures de végétation moyenne, les rayons jaunes des cultures rabougries avec de nombreux prothalles unisexués, les rayons rouges des cultures exubérantes avec grande tendance à l'unisexualité, les rayons violets favorisent à la fois le développement et le verdissement.

La température optima pour le développement des prothalles est voisine de 25° ; une température plus basse ralentit la croissance, une température plus élevée favorise le développement rapide de l'appareil végétatif et augmente le nombre des prothalles unisexués.

L'humidité est indispensable à la croissance des prothalles, l'eau entrant dans leur constitution pour les $\frac{4}{5}$ de leur poids environ. A l'air sec, les prothalles se ratatinent et passent à l'état de vie ralentie, attendant des circonstances plus favorables pour reprendre leur développement.

L'époque des semis a aussi son importance : les meilleures cultures nous ont été données par les semis de printemps ; les semis d'été et d'automne semblent favoriser l'unisexualité des prothalles.

En résumé, l'influence des conditions extérieures sur le développement et la sexualité des prothalles de Polypodiacées est manifeste et indiscutable ; aussi ne doit-on pas considérer comme des formes fixes et nettement définies celles que l'on obtient par les cultures en serre ; il serait donc imprudent de faire état de ces formes pour chercher à établir par les prothalles une classification rationnelle des Polypodiacées.

BOTANIQUE. — *Étude physiologique sur le développement des fruits et des graines.* Note de M. **W. Lubimenko**, présentée par M. Gaston Bonnier.

La transformation de l'ovule en graine exige, comme on le sait, certaines conditions physiologiques dont l'ignorance a empêché jusqu'à présent d'obtenir hors du sac embryonnaire le développement de l'œuf fécondé en embryon normal. Il m'a paru intéressant de communiquer à ce sujet quelques résultats d'expériences sur le développement des fruits et des graines que j'ai effectuées au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

Tout d'abord j'ai essayé d'éclaircir le rôle que joue le péricarpe dans la physiologie des échanges gazeux des graines.

L'atmosphère intérieure au péricarpe, et qui entoure ces dernières, comme l'ont montré mes expériences sur les jeunes fruits de *Colutea arborescens* (Baguenaudier), possède une pression plus grande (de 0,15 à 0,26 d'atmosphère) que celle de l'air extérieur. L'analyse montre, d'autre part, que la composition du gaz contenu dans le fruit diffère, en général, de celle de l'air normal et que la diffusion, hors du fruit, du gaz carbonique provenant de la respiration des graines ne s'accomplit que très lentement. On s'en assure facilement en plaçant à l'obscurité des jeunes fruits de *Colutea arborescens* détachés de la plante; au bout de 3 à 4 heures, on constate une augmentation considérable de gaz carbonique à l'intérieur du fruit. Ainsi, à la température de 25° j'ai trouvé qu'au bout de 4 heures l'atmosphère intérieure des fruits renfermait de 2,20 à 2,50 pour 100 de gaz carbonique.

Remarquons en outre que des échantillons témoins exposés à la lumière du jour pendant le même temps ne renfermaient que de 0,25 à 0,30 pour 100 de ce gaz.

On voit donc que les parties vertes du péricarpe décomposent à la lumière le gaz carbonique provenant de la respiration des graines et empêchent pour la plus grande partie son accumulation à l'intérieur du fruit. Mais l'expérience montre que, même à l'obscurité, cette accumulation ne dépasse pas une certaine limite. Ainsi, au bout de 20 heures et à une température variant entre 23° et 25°, l'analyse n'a décelé que de 2,25 à 2,30 pour 100 de gaz carbonique à l'intérieur des fruits placés à l'obscurité, c'est-à-dire des nombres sensiblement voisins de ceux obtenus dans la première expérience au bout de 4 heures seulement. On voit d'après ces données qu'il se produit une lente diffusion de gaz carbonique hors du fruit, même à l'obscurité.

En tous cas, ni cette diffusion, ni la décomposition du gaz carbonique par le péricarpe ne suffisent en général pour maintenir l'atmosphère intérieure du fruit dépourvue d'une proportion très appréciable de ce gaz.

Si l'on sectionne les parois du péricarpe de manière à établir, au moyen d'une large fente, une communication directe entre l'air extérieur et celui qui entoure les jeunes graines, le développement des graines s'arrête chez le *Pisum sativum*, le *Colutea arborescens* et le *Lathyrus latifolius*, et les fruits ainsi opérés tombent au bout de 6 à 8 jours. Les graines restent vivantes beaucoup plus longtemps si l'on préserve les fruits opérés contre une dessiccation rapide en les enfermant dans des tubes de verre bouchés ou dans des sacs d'étoffe de façon à réduire la transpiration au minimum, mais la croissance des graines s'arrête néanmoins.

J'ai aussi, par une section longitudinale, supprimé la moitié du péricarpe

de très jeunes fruits, alors qu'ils sont encore assez jeunes pour que les deux faces internes du péricarpe soient encore accolées l'une à l'autre (*Pisum sativum* ou *Lathyrus latifolius*); il se forme alors rapidement une nouvelle soudure et les graines poursuivent leur développement normal. On obtient dans ce cas, au moment de la maturité, des fruits deux fois moins larges que les fruits normaux et renfermant des graines qui ont une forme cylindrique, ce qui s'explique par la compression que les graines exercent les unes sur les autres ou subissent de la part des parois du péricarpe.

Le poids sec de ces graines est à peu près deux fois moindre que le poids sec de celles des fruits normaux.

Ces différents faits montrent que le développement normal des graines exige une atmosphère confinée et que l'une des fonctions du péricarpe consiste à maintenir à cette atmosphère une composition d'une certaine stabilité.

Les expériences de sectionnement des fruits prouvent, d'autre part, que l'on peut, par une simple action mécanique, modifier considérablement la forme et le poids sec des graines.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le blanc du Chêne*. Note de MM. **Griffon** et **Maublanc**, présentée par M. Prillieux.

Depuis le commencement de l'été, les Chênes sont attaqués dans une grande partie de la France par une moisissure blanche du genre *Oidium*.

La rapidité avec laquelle ce champignon s'est répandu, l'extension qu'il a prise, les dégâts inquiétants qu'il a causés et l'aspect farineux insolite des pousses atteintes ont attiré sur lui l'attention des forestiers et des agriculteurs. L'an dernier ([1]), la maladie avait débuté tardivement, vers le mois d'août, et seuls les jeunes rameaux de un ou deux ans avaient été atteints dans les taillis et sur les arbres d'émonde. Mais, cette année, il n'en est plus de même; le blanc est apparu beaucoup plus tôt et s'est développé même sur les feuilles des rameaux âgés; dans le courant des mois de juin et de juillet, beaucoup de ces feuilles malades se sont desséchées et sont tombées et, surtout dans les régions de l'Ouest où la maladie a beaucoup sévi, il n'était pas rare de rencontrer de grands arbres dépouillés de presque tout leur feuillage. Certains de ces rameaux sont morts; d'autres, plus vigoureux, ont donné de nouvelles feuilles qui n'ont pas tardé à être elles aussi envahies par le champignon. On peut se demander si ces arbres,

([1]) Plusieurs personnes nous ont affirmé avoir constaté le blanc du Chêne depuis 4 ou 5 ans déjà.

déjà affaiblis, pourraient résister à de nouvelles attaques aussi graves se renouvelant pendant plusieurs années consécutives.

La station de Pathologie végétale a reçu l'Oidium du Chêne de presque toute la France; tous les Chênes à feuilles caduques sont atteints; le champignon se rencontre surtout sur les Chênes rouvre et pédonculé et aussi sur le Chêne tauzin, notamment dans les Landes.

Jusqu'ici nous n'avons pas trouvé, sur les échantillons de 1907 et de 1908, la forme parfaite de l'Oidium du Chêne, sans laquelle une détermination précise n'est guère possible. D'après M. Hariot (¹) c'est au *Microsphæra Alni* [*M. penicillata* (Wallr.) Lév.] qu'on doit rattacher le blanc du Chêne. Ce *Microsphæra* est répandu en Europe sur les feuilles d'un certain nombre d'arbres et arbustes (Aune, Noisetier, *Viburnum*, etc.); il serait commun sur les Chênes en Amérique et au Japon. Des essais, tentés à la station de Pathologie végétale, pour infecter des feuilles d'Aune avec des conidies prises sur Chêne, n'ont pas donné de résultat; de plus les Aunes croissant en mélange avec des Chênes malades restent toujours indemnes. Par contre nous avons constaté la présence d'un Oidium sur des Hêtres environnés de Chênes atteints du blanc; il s'agit certainement d'une contamination du Hêtre par le Chêne, car non seulement les caractères microscopiques du champignon sont en tout semblables sur les deux essences, mais aussi l'invasion a débuté sur les jeunes pousses de Hêtre en contact direct avec des feuilles malades de Chêne.

On ne peut conclure de ces observations à une différence spécifique entre le champignon de l'Aune et celui du Chêne; en effet, les essais de M. Marchal, confirmés et étendus par M. Salmon, montrent que, comme les Urédinées, certaines espèces d'Érysiphées présentent des formes spécialisées à une plante donnée. S'il en est ainsi pour le *Microsphæra Alni*, la brusque apparition du blanc du Chêne ne pourrait s'expliquer que par l'importation de la forme exotique spécialisée à cette essence ou par un développement inaccoutumé sur place de la forme indigène.

Cependant, en Portugal, Thümen a, il y a déjà longtemps, observé sur un Chêne (*Quercus racemosa*) un Oidium qu'il a appelé *Oidium quercinum* et qui semble identique à celui qui s'est tant développé depuis l'an dernier. Mais on ne voit pas bien

---

(¹) P. Hariot, *Note sur un Oidium du Chêne* (*Bull. de la Société mycologique de France*, t. XXIII, 1907, p. 157). — L. Mangin, *Une invasion redoutable du blanc du Chêne* (*Journal d'Agriculture pratique*, juillet 1908).

comment une espèce indigène et peu répandue aurait pu prendre un développement si considérable et surtout si brusque; il y a, au contraire, en ce qui la concerne, des caractères qu'on retrouve toujours lors de l'introduction de parasites étrangers; il en a été ainsi notamment pour l'Oidium de la Vigne et plus récemment pour celui du Fusain du Japon. Et, fait qui viendrait encore appuyer l'hypothèse d'une importation du blanc du Chêne, les Oidium exotiques introduits se reproduisent, en général, par conidies, sans donner de périthèces; ces organes sont rares pour l'Oidium de la Vigne et ont été longtemps introuvables; on ne connaît pas encore ceux de l'Oidium du Fusain du Japon.

La lutte contre l'Oidium du Chêne est, on le comprend, difficile; le soufre et les polysulfures alcalins, vraisemblablement efficaces, sont d'un emploi peu pratique; d'autre part la grande extension du parasite et l'abondance avec laquelle se forment les conidies rendent pour ainsi dire illusoire tout traitement partiel.

S'il s'agit d'une forme indigène devenue subitement dangereuse, il est possible que, grâce à certaines conditions météoriques, ses ravages s'atténuent et disparaissent, mais si, au contraire, il s'agit bien d'une forme exotique introduite, il n'en va plus nécessairement de même et, dans ce cas, on serait peut-être contraint un jour de reconnaître qu'il s'agit bien d'un mal qui pourrait compromettre l'avenir de nos taillis de Chênes.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur la structure fine des sporozoïtes de* Plasmodium relictum *Grassi et Feletti* (= Proteosoma). Note de MM. **Edmond Sergent** et **Étienne Sergent**, transmise par M. Roux.

Grassi (1) et Schaudinn (2) décrivent les sporozoïtes du *Plasmodium* du paludisme humain comme possédant un noyau unique, composé de plusieurs corpuscules chromatiques. « Le noyau, écrit Schaudinn, est situé à la partie médiane, dans la partie la plus large du fuseau; il est ovale, son grand axe est dirigé comme celui du sporozoïte. » De même Grassi a vu « le noyau des sporozoïtes au milieu de leur corps..., il est d'une forme ovale allongée..., composé de 2 à 4 granules chromatiques, disposés le plus souvent en file; exceptionnellement il y a une masse chromatique unique. »

Nous avons retiré des résultats tout différents des observations que nous poursuivons depuis un an sur les sporozoïtes du *Plasmodium relictum*

(1) *Studi di uno zoologo sulla malaria*, 2e éd., Roma, 1901, p. 185.

(2) *Studien über Krankheitserregende Protozoen*. II : *Plasmodium vivax* (Gr. et Fel.) (*Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsämte*, t. XIX, p. 199).

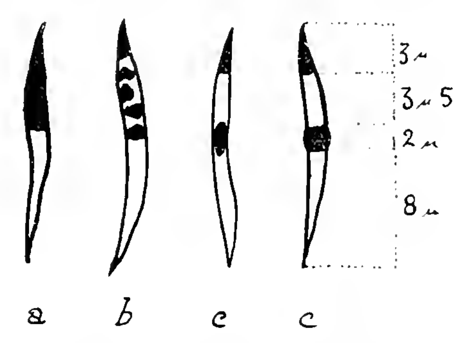
Grassi et Feletti 1891 (= *Proteosoma*), d'une part sur des sporozoïtes d'hiver, existant dans le corps de *Culex pipiens* depuis un ou deux mois, d'autre part sur des sporozoïtes d'été, arrivés à maturité depuis quelques jours seulement.

Dans toutes les préparations bien colorées (par la solution de Giemsa), nous avons vu une petite masse chromatique plus ou moins étendue occuper complètement l'une des extrémités du corps du sporozoïte. De plus :

1° Dans les vieux sporozoïtes (*c*, *c* sur la figure) trouvés en hiver chez des *Culex pipiens* hivernants nourris plusieurs semaines auparavant sur des Canaris à *Proteosoma*, nous trouvons toujours une seconde masse chromatique située vers le milieu du corps. Nous la nommerons provisoirement, pour la commodité de la description, *noyau central*, tandis que la première sera le *noyau terminal*.

Le noyau central est en général mieux coloré que le noyau terminal, il est souvent sphérique et semble alors dépasser de chaque côté les bords du sporozoïte.

2° Dans les sporozoïtes jeunes, examinés peu de jours après la maturation des sporoblastes, nous voyons les figures suivantes :



Sporozoïtes de *Plasmodium relictum*. (Figures demi-schématiques.)

a. Des masses chromatiques compactes occupant une moitié ou un tiers terminal du corps.

b. Des masses chromatiques de même localisation et de même volume, mais fragmentées en plusieurs corpuscules.

c. Deux masses chromatiques, comme dans les vieux sporozoïtes d'hiver, l'une terminale, l'autre centrale, c'est-à-dire occupant les deux extrémités de l'espace rempli dans les cas ci-dessus par la masse chromatique unique *a*. Des sporozoïtes de trois semaines en été ne renferment que ces deux masses chromatiques.

Dans un sporozoïte moyen de 16^{μ}; le noyau terminal mesure de $2^{\mu},5$ à 3^{μ}; l'espace clair qui suit mesure de 3^{μ} à 4^{μ}; le noyau central, de 2^{μ} à $3^{\mu},5$.

On remarquera que tout se passe comme si, chez les sporozoïtes à peine

mûrs, existait une seule masse chromatique occupant à peu près la moitié du corps. Cette masse se fragmenterait ensuite, se condenserait en deux dont l'une, centrale, a surtout les allures d'un noyau. Le fait de rencontrer presque exclusivement des figures binucléées dans les sporozoïtes mûrs depuis quelques semaines appuie l'idée d'une telle évolution.

Il nous semble intéressant de rapprocher ces observations de celles que Max Hartmann [1] a poursuivies sur la même Hémosporidie, le *Proteosoma*. Il a vu des mérozoïtes, des macrogamétocytes, des microgamétocytes, des microgamètes binucléés. Il n'a pas eu l'occasion d'étudier les sporozoïtes. Nous pensons, comme Hartmann, qu'il y a lieu d'interpréter ces faits comme des arguments en faveur des liens de parenté indiqués par F. Schaudinn entre les Hémosporidies et les Flagellés.

M. E. **du Rieux** adresse une Lettre relative à *une pompe pour la compression des gaz*.

(Renvoi à l'examen de M. Cailletet.)

M. A. **Doby** adresse *des feuilles de chêne et une feuille de fusain atteintes de la maladie du blanc*.

(Renvoi à l'examen de M. Prillieux.)

La séance est levée à 3 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 aout 1908.

Ame-Vertu, par D.-N. Goubareff. Beaulieu-sur-Mer, 1895; 1 br. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique, t. XXII, nos 5 et 6. Bruxelles, Hayez, 1908; 1 fasc. in-8°.

---

(1) *Das System der Protozoen. Zugleich vorläufige Mitteilung über Proteosoma* Labbé (*Arch. f. Protistenk.*, t. X, 1907, p. 149 et suiv.).

Kritische Geschichte der modernen Philosophie, von Dr Ludwig Jelinek. Kroll's, Berlin, s. d.; 1 br. in-8°.

Elementare Metaphysik, von Dr Ludwig Jelinek. Kroll's, Berlin, s. d.; 1 br. in-8°.

Annals of the New-York Academy of Sciences, t. XVIII, Part II. New-York, published by the Academy, 1908; 1 vol. in-8°.

Zeitschrift des Mährischen Landesmuseums. VIII. Band. Brünn, Druck von Rudolf M. Rohrer, 1908; 1 fasc. in-8°.

Casopis moravského musea zemského. Ročnik VIII, čis 2. V. Brné, 1908; 1 vol. in-8°.

Unsere Ahnenreihe. (*Progonotaxis hominis.*) *Kritische Studien über phyletische Anthropologie,* von Ernest Haeckel. Iéna, Verlag von Gustav Fischer, 1908; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

ERRATA.

(Séance du 15 juin 1908.)

Note de M. *H. Deslandres*, Recherches sur la rotation et l'éclat des diverses couches atmosphériques du Soleil :

Page 1237, ligne 19, *au lieu de* On place le prisme à réversion dans une des deux positions, *lisez* dans une des quatre positions.

(Séance du 10 août 1908.)

Note de MM. *H. Deslandres et L. d'Azambuja*, Enregistrement de la couche supérieure du calcium dans l'atmosphère solaire :

Page 334, ligne 13, *au lieu de* et aussi la longueur, *lisez* et aussi la largeur.

Note de M. *A. Perot*, Sur la rotation du Soleil :

Page 340, ligne 14, *au lieu de* poursuivie par M. Hale, *lisez* poursuivie par M. Halm.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

DISCOURS PRONONCÉS AUX FUNÉRAILLES DE M. HENRI BECQUEREL.

DISCOURS DE M. GASTON DARBOUX,

SECRÉTAIRE PERPÉTUEL,

AU NOM DE L'ACADÉMIE.

Messieurs,

Lorsque, le 29 juin dernier, Henri Becquerel était élu, par un vote pour ainsi dire unanime de l'Académie, secrétaire perpétuel pour les Sciences physiques, qui de nous eût pu croire, en le voyant rayonnant de jeunesse et de santé, que moins de deux mois s'écouleraient avant qu'il nous fût enlevé par une mort aussi rapide qu'imprévue. C'est à coups redoublés que cette mort impitoyable a frappé sur notre Académie. Mais de tous ceux, choisis parmi les plus illustres, qu'elle a marqués pour les enlever à notre affection, aucun ne paraissait aussi assuré de l'avenir que le Confrère auquel nous venons rendre les derniers devoirs. Né le 15 décembre 1852, dans cette tranquille maison du Muséum où son grand-père Antoine Becquerel, où son père Edmond Becquerel, ont vu s'écouler leur existence, tout entière consacrée à la recherche et à l'étude, Henri Becquerel était à peine âgé de 55 ans. Professeur au Muséum et à l'École Polytechnique, membre de notre Académie depuis près de 20 ans, lauréat du prix Nobel, qu'il avait partagé avec M. et Mme Curie, tout semblait sourire à sa jeunesse, tout semblait lui

promettre un glorieux avenir. Heureux de voir siéger à mes côtés celui dont j'avais guidé les premiers pas dans la carrière des sciences, je prenais plaisir d'avance à l'initier au rôle et à la mission particulière qu'ont à remplir les Secrétaires perpétuels. Il avait toujours vécu dans le milieu académique, il connaissait nos traditions, il était jaloux plus que personne de la bonne réputation de notre Compagnie. Assuré, depuis longtemps, que chez lui l'esprit de pondération et la finesse sauraient s'allier à une ardeur exceptionnelle pour la recherche, je m'apprêtais à seconder de mon mieux mon élève de jadis, devenu notre confrère illustre et glorieux. Tous ces espoirs viennent, hélas! se briser devant un cercueil.

Le moment n'est pas venu d'analyser en détail l'œuvre de celui que nous pleurons. En le confiant à mes soins, il y a 38 ans, son grand-père m'avait dit : « Il ira loin ». Le petit-fils avait justifié ce jugement. Reçu en 1872 à l'École Polytechnique, entré en 1874 à l'École des Ponts et Chaussées, il n'avait pas attendu la fin de ses années d'études pour commencer des recherches originales. Ses premiers travaux sur la polarisation rotatoire magnétique furent, à la suite du rapport d'un juge difficile, M. Fizeau, insérés dans notre *Recueil des Savants étrangers*. De nombreux Mémoires suivirent sans trêve, tous inspirés par les vues théoriques les plus élevées, tous contenant quelque découverte précise comme celle du pouvoir rotatoire magnétique dans les gaz, tous aussi mettant en évidence une habileté expérimentale qui a été rarement égalée. Après lui avoir attribué toutes les couronnes dont elle dispose, l'Académie n'avait pas tardé à l'appeler dans notre Section de Physique où il entra le 27 mai 1889 à l'âge de 36 ans, succédant à Marcelin Berthelot, élu Secrétaire perpétuel. Cette suprême récompense, que d'autres auraient pu considérer comme le couronnement de leur carrière, avait encore stimulé son ardeur. Inspiré sans doute par le désir de compléter la plus belle découverte de son père, il avait entrepris une série de recherches sur la phosphorescence, et, lorsque parurent les belles découvertes de Lenard et de Röntgen, il se trouva admirablement préparé à en poursuivre l'étude dans une voie qui lui appartient exclusivement. C'est ainsi qu'il s'éleva sans effort à la découverte de ces rayons émis par l'uranium et ses composés auxquels la reconnaissance des savants a donné le nom de *rayons Becquerel*, et qui lui ont valu l'honneur d'être salué par les maîtres les plus autorisés comme l'inventeur de la *radioactivité spontanée*.

L'Académie saura rappeler, le moment venu, les titres de celui qui a ainsi ouvert aux physiciens tout un monde, tout un ordre nouveau et fondamental de recherches dans lequel il a été suivi par M. et Mme Curie. Ce

qu'il faut dire dès à présent, c'est que, dans sa vie trop courte, Becquerel nous a donné une grande et belle leçon. Bien rares sans doute sont ceux qui sont capables d'inventer; il a été de ceux-là, au plus haut degré. Mais n'oublions pas que, s'il a fait une découverte qui préservera à jamais son nom de l'oubli, c'est en accomplissant un devoir filial, en s'attachant à poursuivre et à développer l'œuvre que son père et son grand-père lui avaient transmise et, en quelque sorte, confiée. Henri Becquerel nous a ainsi montré quels résultats merveilleux peuvent donner des recherches poursuivies avec désintéressement et persévérance durant plusieurs générations. Ce noble exemple ne sera pas perdu. La carrière des Becquerel ne saurait se terminer au moment où elle brillait de son éclat le plus vif. Notre Confrère laisse un héritier de sa pensée dont l'Académie a salué les premiers travaux. Fils, petit-fils et arrière-petit-fils de quatre académiciens, il saura justifier la confiance que nous avons en lui. Que la noble et dévouée compagne qui s'associait à tous les travaux de notre Confrère, qui avait su lui faire la vie si douce et si belle, reçoive aussi l'expression de notre respectueuse sympathie! Si quelque chose pouvait adoucir la douleur que nous partageons avec elle, ce seraient les lettres, les adresses, les télégrammes de condoléance qui nous parviennent de toutes parts. La Société Royale de Londres, cette sœur aînée de l'Académie des Sciences, a tenu à se faire représenter ici et à honorer, une fois encore, celui qu'elle venait, il y a quelques mois à peine, de s'associer comme membre étranger et auquel elle avait décerné, il y a quelques années, une de ses plus belles médailles.

DISCOURS DE M. EDMOND PERRIER,

AU NOM DU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE.

MESSIEURS,

Il y a quelques années, à gauche de la cour d'honneur du Muséum, achevait de se ruiner une petite maison grise, humide, d'aspect presque misérable; c'est là que s'est déroulée pour une large part l'existence de toute une théorie de physiciens illustres : Gay-Lussac et les quatre Becquerel. A cette place où tant de souvenirs glorieux pour la Science française viennent naturellement à l'esprit, on verrait volontiers se dresser pour l'avenir une sorte de pyramide que dominerait l'image de Gay-Lussac et dont les quatre

faces rappelleraient que quatre générations successives de savants d'une même famille avaient travaillé sans relâche à l'enrichissement de nos connaissances. Les découvertes d'Henri Becquerel étaient assez retentissantes pour qu'il ne parût pas excessif de les célébrer de son vivant sur ce monument familial : elles lui avaient valu une réputation universelle consacrée par le prix Nobel. Une seule chose pouvait arrêter, c'est qu'on en espérait d'autres encore. C'est avec une douloureuse stupeur que nous voyons se clore aujourd'hui une liste de travaux qui semblait hier encore bien loin de sa fin.

Depuis quarante ans, j'ai eu l'honneur d'être le protégé, le collègue, le confrère ou l'ami des quatre Becquerel. Qu'il me soit permis de joindre l'expression de ma profonde douleur personnelle aux témoignages de sympathie que, sur cette tombe si prématurément ouverte, j'apporte au nom de l'établissement où cette noble lignée a tenu une aussi grande place.

L'œuvre scientifique des Becquerel occupe presque toute l'étendue du XIXe siècle; elle a reçu, au commencement du XXe, une récompense internationale des plus enviées, et nous avons la certitude que cette mort si soudaine, si imprévue, si injuste, ne l'a pas interrompue, que d'autres succès, dans un domaine de la Science dont l'exploration commence seulement, viendront s'ajouter à l'éclat d'un nom déjà si glorieux.

Près de deux siècles de découvertes dans une même science, par les membres d'une même famille se succédant de père en fils, c'est un fait presque unique dans les annales de la Science et qui rappelle le nom de Cassini. La mort d'Henri Becquerel, l'un des membres les plus illustres de cette lignée, n'en est que plus douloureuse pour la maison qui était fière de ses ascendants, fière de lui, où, parmi ses collègues comme parmi ses Confrères de l'Académie des Sciences, il ne comptait que des amis, où il représentait de la plus directe façon les traditions de ces grands créateurs de la Science que furent dans les branches les plus diverses les Tournefort, les de Jussieu, les du Fay, les Buffon, les Haüy, les Lamarck, les Geoffroy-Saint-Hilaire, les Cuvier, les Brongniart, les Gay-Lussac, les Claude Bernard, les Chevreul, les Milne-Edwards, les Decaisne, les Frémy, les Daubrée, les de Quatrefages, les d'Orbigny et tant d'autres dont la liste est si longue qu'aucun établissement scientifique français ne saurait se parer d'une pareille phalange, revendiquer une pareille action sur les progrès de la Science, ni prétendre à une pareille renommée. Que le présent soit digne du passé, il est permis de dire qu'en ce qui concerne l'œuvre d'Henri Bec-

querel, les témoignages universels d'admiration qu'elle a reçus ne permettent pas de le contester. Le peuple même de Paris, ce peuple qui semble, au premier abord, porter toute son attention ailleurs que vers les choses de la Science, l'a bien prouvé. Depuis la détermination de la nature, toute spéciale, des rayons émis par l'uranium, depuis la découverte du radium qui en avait été la conséquence, le nom d'Henri Becquerel avait si bien pénétré dans les masses, qu'il y a trois ans, l'annonce d'une conférence de lui sur la radioactivité et la matière fit affluer trois mille personnes aux portes du grand amphithéâtre du Muséum et y conduisit inopinément le chef de l'État. Dans le banquet de conférences qu'en 1905 le Muséum offrit à un de ses grands amis, le roi Carlos de Portugal, celle d'Henri Becquerel était des plus attendues. Hélas! des noms inscrits au tableau de cette journée mémorable, tout à la gloire de la Science française positive, dont le Muséum fut l'initiateur, quatre ont déjà disparu : Moissan, Curie, Henri Becquerel sont morts, et le roi Carlos lui-même est tombé dans une sanglante tragédie.

Avec la charmante modestie qui était chez lui si sincère et si naturelle, Henri Becquerel se refusait à prendre pour lui seul la gloire, la popularité que lui apportaient ses découvertes : « Elles sont, disait-il volontiers, les filles de celles de mon père et de mon grand-père ; elles auraient été impossibles sans elles. » C'était là sans doute une filiale exagération ; mais elle exprimait toute l'importance de la continuité dans les recherches scientifiques. Dans le même laboratoire exigu, où dominaient comme autant de reliques scientifiques vénérables et inspiratrices, les instruments, les matériaux, les produits relatifs à une longue série de recherches, aucune idée ne mourait. Les recherches étaient reprises à mesure que les circonstances le permettaient ; la pensée toujours présente, mais incessamment élargie de ceux qui les avaient inaugurées, inspirait celui qui les reprenait, et c'est ainsi qu'une chaîne ininterrompue de découvertes relie les recherches sur l'électricité, sur la phosphorescence, sur la fluorescence du grand-père et du père à ces découvertes sur la radioactivité de la matière qui remettent en question les idées regardées jusqu'ici comme fondamentales sur l'immutabilité des atomes, sur leur pérennité, et ouvrent des vues nouvelles sur l'origine de tout ce qui se pèse et ses rapports avec l'impondérable.

Vous êtes, vous aussi, mon cher Jean, dans cette voie ouverte par vos ancêtres ; vous y avez obtenu de rares succès. En vous revit pour ainsi dire l'âme de votre père. Vous êtes tout pénétré de sa science et, s'il vous faut renoncer aux manifestations extérieures de sa tendresse, son esprit continue

à converser avec le vôtre. Vous êtes, en cela, un privilégié parmi ceux qui pleurent. Laissez-moi, en présence de ce cercueil, vous souhaiter, au nom de tous ceux qui ont aimé vos parents, tous les succès que vous méritez. En vous se réunissent deux lignées de physiciens, celle de Jamin et celle de Becquerel ; c'est d'un heureux augure pour la Science française.

Votre seconde mère, qui a été pour votre père la digne réparatrice d'un de ces malheurs qui paraissent irréparables, sera consolée par vous, par votre brillante carrière, comme elle a su consoler votre père. C'est notre vœu à tous.

DISCOURS DE M. VIEILLE,

AU NOM DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

Messieurs,

J'ai reçu la douloureuse mission, au nom du corps enseignant de l'École Polytechnique, d'apporter à Henri Becquerel la dernière expression de notre respect et de notre affection.

Nul n'a plus mérité que lui, par ses travaux et ses découvertes retentissantes, la reconnaissance de l'École qu'il a illustrée ; nul, par sa bonté native et l'aménité de son caractère, n'a conquis plus de sympathies.

Il a partagé toute sa vie entre les deux grandes institutions du Muséum et de l'École Polytechnique, où il était reçu élève en 1872.

A peine sorti de l'École Polytechnique en 1874 dans les premiers rangs comme ingénieur des Ponts et Chaussées, il y rentrait dès 1876 comme répétiteur de Physique, prenant place dans un corps enseignant qu'il ne devait plus quitter. En 1892, il était chargé de la suppléance du cours de Physique qu'une grave maladie obligeait M. Potier à abandonner, et en 1895 il devenait titulaire de cette chaire qu'il a conservée pendant treize années.

Bien que les tendances naturelles de son esprit fussent dirigées vers les recherches expérimentales qui devaient le conduire à de si remarquables découvertes, il avait au plus haut degré le don et le goût du professorat.

Devant un auditoire aussi affiné et aussi exigeant au point de vue de la rigueur que celui de l'École Polytechnique, l'enseignement de la Physique exige des préoccupations particulières. Il ne s'agit pas, en effet, d'exposer dans tous leurs détails les recherches innombrables dont s'enrichit tous les jours la Science, mais de choisir avec un sûr jugement dans cet ensemble

les faits expérimentaux susceptibles d'être groupés par des théories qui constituent de véritables outils que le maître doit donner à cette jeunesse qui formera les chercheurs de demain.

Le perfectionnement de son cours était pour Henri Becquerel une préoccupation constante, et il apportait dans l'exposition des qualités de clarté et de facilité d'élocution qui lui donnaient sur les élèves une action particulière.

Un professeur expérimenté et possédant la passion de son enseignement sait tirer des impressions mêmes observées sur l'auditoire d'utiles indications sur le perfectionnement de son exposition. Henri Becquerel aimait à dire quel fruit il avait pu recueillir dans cette sorte de collaboration entre les élèves et le maître retrouvant sa jeunesse au milieu de ses jeunes camarades. Il était entré à l'Institut dès 1889 et menait de front les recherches expérimentales et la lourde tâche que lui imposait la préparation de son cours.

D'autres voix vous ont rappelé éloquemment ces découvertes qui le faisaient le digne héritier d'un nom illustre, mais il appartenait au corps enseignant de rappeler que la mort d'Henri Becquerel ne prive pas seulement la science d'un de ses représentants les plus éminents, mais que l'École Polytechnique perd avec lui un véritable éducateur dont l'influence sur les jeunes générations a été considérable.

Qu'il me soit encore permis d'ajouter à ce dernier hommage de l'École où il a si longtemps professé l'expression du profond chagrin que nous cause la perte d'un véritable ami, et d'offrir à sa famille si cruellement éprouvée le témoignage de notre respectueuse sympathie!

DISCOURS DE M. LOUIS PASSY,

MEMBRE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES MORALES ET POLITIQUES,

AU NOM DE LA SOCIÉTÉ NATIONALE D'AGRICULTURE.

Messieurs,

C'est avec une véritable douleur que nous prenons part à la cérémonie funèbre d'Henri Becquerel. Jusqu'à ces derniers jours, il était plein de vie, et toute sa personne reflétait l'agrément de son esprit et la distinction de son cœur. Son clair regard vous faisait pénétrer dans sa belle intelligence et dans la loyauté de son caractère. Tel il était quand il entra dans notre

Compagnie, à la mort de son père, notre confrère Edmond Becquerel, tel il fut tant que nous eûmes le bonheur de le posséder. Quel singulier hasard! c'est notre confrère Mascart, auquel nous allons rendre à l'instant même les derniers devoirs, qui le présenta à nos suffrages. Mascart fit un brillant éloge de ses travaux personnels, détachant heureusement sa personnalité des personnalités célèbres d'Antoine-César Becquerel, son grand-père, et d'Edmond Becquerel, son père.

Antoine-César avait associé, dans ses méditations, les problèmes de la Physique et les expériences de l'Agriculture. D'une part, il avait inauguré, au Jardin des Plantes, un cours de Physique végétale, et à ce titre il s'était préoccupé des circonstances qui influent sur le développement atmosphérique des plantes et sur le caractère des climats. Edmond Becquerel reprit la tradition paternelle; Henri, son fils, la suivit et tous deux s'appliquèrent, sous nos yeux, à déterminer les influences de la température sur la terre et sur les végétaux.

Si nous pouvions distinguer, dans une série de notices où chaque sujet serait classé à son rang, nous verrions une succession d'efforts qui se relient, de père en fils, pour la recherche de la vérité. Mais, aujourd'hui, combien il est plus naturel de confondre, dans le même deuil et la même reconnaissance, le grand-père, le père et le fils; de revendiquer, avec l'Académie des Sciences, dont nous accompagnons et prévenons si souvent le jugement, l'honneur d'avoir compté successivement parmi nos confrères Antoine-César, Edmond et Henri Becquerel. Henri, cependant, eut une grande fortune, qu'il sut exploiter admirablement. L'étude approfondie des radiations de l'uranium le conduisit à la découverte de la radioactivité et aux mystères de ses influences. La renommée d'Henri Becquerel éclata avec le prix Nobel; il devint populaire; l'Europe savante l'applaudit. Comment n'aurions-nous pas applaudi à notre tour, en l'invitant à prendre la présidence de notre Société? Il en fut heureux et nous plus encore.

Et voici que, dans un ciel serein, éclatent sur nos têtes deux coups de foudre. L'Académie des Sciences avait perdu Berthelot, elle lui donne, pour successeur dans le secrétariat perpétuel de l'Académie, un de nos plus chers et un de nos plus éminents confrères : de Lapparent. Lapparent meurt tout à coup; l'Académie choisit Henri Becquerel, et, avant même qu'il ait pu commencer son règne scientifique, il meurt tout à coup.

La double et subite disparition de Lapparent et de Becquerel nous frappe avec une telle violence et une telle rapidité, qu'on demeure anéanti. En

présence de pareilles morts, on ne peut tenter d'esquisser un éloge scientifique; on ne peut que faire éclater des regrets douloureux, en mémoire de nos grands et nobles amis. Que leur bon souvenir demeure au milieu de nous et nous entretienne dans la volonté de les imiter et dans l'espérance de les égaler!

Et puis, par un retour de profonde émotion, pensons à ceux qui restent et qui pleurent, pour leur offrir nos respectueux hommages.

SÉANCE DU LUNDI 31 AOUT 1908.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Président s'exprime en ces termes :

Messieurs,

L'Académie est cruellement éprouvée. Quand, après la mort de de Lapparent, Becquerel recueillait sa succession, qui nous eût dit que, dans le même mois, trois autres confrères nous seraient enlevés et, parmi eux, celui-là même sur lequel s'étaient portés nos récents suffrages? Ce fut Giard, d'abord, frappé en pleine gloire, en pleine jeunesse, dans la force d'une santé qui semblait défier tout soupçon. L'un de nos doyens s'est fait pour lui l'interprète des regrets de l'Académie; il me permettra d'adresser aussi mon hommage à cette grande mémoire. Puis ce sont deux nouveaux coups, et, chose inouïe dans l'histoire de l'Académie des Sciences, nous menons, dans un même jour, le deuil de deux confrères

La mort ne frappe plus ceux que l'âge lui désigne; elle vise les têtes les plus hautes, celles vers lesquelles se tournent et notre orgueil et nos espérances. Becquerel a ainsi subi ses coups inopinés en pleine gloire — et quelle gloire! — en pleine jeunesse — et quelle jeunesse fut aussi riche de promesses! — en pleine santé, dans le bonheur de sa récente élection, joyeux comme il l'avait été le jour du prix Nobel.

M. Darboux vous a dit devant son cercueil ce qu'a été l'œuvre de ce disciple qui a été son ami et qui est devenu son collègue; mais ce qu'il n'a pas dit et ce que je puis affirmer, c'est que Becquerel aurait été le secrétaire perpétuel modèle; n'avait-il pas son modèle à ses côtés? Il réunissait à un haut degré ces qualités que nous aimons à voir réunies dans ces hautes fonctions : la science, l'affabilité, la courtoisie, une distinction native, l'autorité que donnent le caractère et les services rendus, enfin, ce qui ne gâte rien, un grand nom, grand dans les annales académiques. Il avait reçu de son père, de son grand-père, un héritage qu'il a enrichi de ses propres travaux et de l'éclat d'une découverte immortelle. Il en transmet le dépôt à son fils qui sent peser sur ses épaules les destinées de deux grandes lignées de physiciens.

Mascart n'a pas été frappé à l'improviste; la mort lui a multiplié ses avertissements au cours d'une longue, douloureuse, inexorable maladie. Il l'a reconnue, il l'a vue avancer graduellement, mais il a lutté contre elle avec courage, avec obstination, comme il convient à tout être qui a reçu le précieux dépôt de la vie. Puis un jour il a été établi que tout ce qui était possible avait été fait et, stoïque, il a attendu que l'heure fût venue.

Sa mort a été un grand exemple, comme sa vie aussi avait été un exemple de travail et d'honnêteté. Mascart a été le savant consciencieux et parfois hardi. Partout, dans ses publications, dans son enseignement, dans ses fonctions administratives, il a été l'homme de devoir. Il emporte l'estime, l'affection, l'admiration de ses confrères.

PATHOLOGIE. — *Au sujet de* Trypanosoma congolense (*Broden*). Note de M. A. Laveran.

Dans une première Note (¹), après avoir indiqué les difficultés du diagnostic différentiel de *Tr. congolense* et de *Tr. dimorphon*, j'ai résumé une

(¹) *Comptes rendus*, séance du 21 avril 1908.

expérience tendant à montrer que ces trypanosomes appartiennent à des espèces distinctes.

Une chèvre inoculée avec *Tr. congolense* le 15 novembre 1906 est guérie en juin-juillet 1907 de l'infection produite par ce trypanosome. Réinoculée avec *Tr. congolense* le 22 août, elle s'infecte de nouveau, mais cette deuxième infection est légère; la chèvre est guérie au commencement du mois de novembre 1907. Deux inoculations nouvelles de *Tr. congolense* faites le 20 décembre 1907 et le 6 février 1908 n'ayant pas produit de réinfection, on peut dire que la chèvre avait acquis l'immunité pour *Tr. congolense*. Le 1er avril 1908, la chèvre est inoculée avec *Tr. dimorphon* qui provoque une infection des mieux caractérisées, infection qui s'est terminée par la mort, survenue le 11 juin 1908.

L'observation suivante confirme les résultats de la première expérience.

Un chevreau du poids de 13^{kg} est inoculé le 6 décembre 1906, sous la peau d'une des oreilles, avec quelques gouttes du sang d'un rat infecté de *Tr. congolense*, diluées dans de l'eau physiologique citratée.

Du 16 au 28 décembre, on constate à plusieurs reprises l'existence de trypanosomes rares dans le sang du chevreau.

31 décembre, examen du sang négatif. Poids : $14^{kg},700$.

17 janvier 1907, trypanosomes très rares.

1er février. Poids : 14^{kg}. Du 26 janvier au 25 février, les examens du sang sont négatifs.

17 février. Le chevreau pèse 17^{kg}.

25 février. On inocule trois souris; chacune d'elles reçoit, dans le péritoine, $0^{cm^3},25$ du sang du chevreau. Les souris s'infectent et meurent de trypanosomiase.

3 mars, trypanosomes rares dans le sang du chevreau. Du 8 au 23 mars, les examens sont négatifs. Le 4 mars, le chevreau pèse 18^{kg}.

28 mars, trypanosomes très rares.

Du 3 au 23 avril, les examens du sang sont négatifs.

27 avril, trypanosomes très rares.

Du 2 au 27 mai, examens du sang négatifs. Le 1er mai, le chevreau pèse 21^{kg} et le 16 mai 22^{kg}.

Les examens du sang faits au mois de juin sont négatifs. Le 27 juin on inocule à un chien, dans le péritoine, 25^{cm^3} du sang du chevreau; le chien est infecté le 9 juillet et il meurt le 18 juillet. Poids du chevreau les 1er et 15 juin : 24^{kg}.

22 août. Un chien inoculé s'infecte et meurt de trypanosomiase.

10 octobre. Un chien inoculé (30^{cm^3} de sang dans le péritoine) ne s'infecte pas.

13 novembre. Le chevreau est reinoculé sur un cobaye infecté de *Tr. congolense*. Le chevreau, qui est devenu un bouc, pèse 24^{kg}.

28 novembre. Un chien reçoit dans le péritoine 30^{cm^3} du sang du bouc; il s'infecte et meurt de trypanosomiase.

13 janvier 1908. Un chien reçoit, dans le péritoine, 30^{cm^3} du sang du bouc; il ne s'infecte pas.

Au mois de février 1908, le bouc, qui incommode le voisinage par ses cris, est castré.

4 mars. Le bouc est réinoculé sur un cobaye infecté de *Tr. congolense*. Poids : 26^{kg}.

19 mars. Un chien reçoit, dans le péritoine, 30^{cm^3} du sang du bouc; il ne s'infecte pas.

2 avril. Le bouc pèse 27^{kg}.

22 avril. Le bouc est réinoculé sur un cobaye infecté de *Tr. congolense*. La température du bouc, prise du 22 avril au 17 mai, reste normale et les examens du sang faits à plusieurs reprises sont négatifs.

7 mai. Un chien reçoit, dans le péritoine, 30^{cm^3} du sang du bouc.

Le 1er mai, le bouc pèse 32^{kg}, et le 16 mai, 33^{kg}.

Le 7 mai, un chien reçoit, dans le péritoine, 30^{cm^3}du sang du bouc.

Le 1er juin, le bouc pèse 33^{kg}, et le 15, $33^{kg},700$.

23 juin. Le chien inoculé le 7 mai ne s'est pas infecté; j'inocule le bouc avec le *Tr. dimorphon* (virus du laboratoire de l'Institut Pasteur). Quelques gouttes du sang d'une souris ayant des trypanosomes très nombreux sont diluées dans de l'eau physiologique citratée et injectées sous la peau d'une des oreilles.

Du 23 juin au 1er juillet, la température du bouc se maintient entre 38°,3 et 38°,8 (normale). A partir du 2 juillet, on observe des poussées fébriles (39°,4 les 3 et 8 juillet, 39°,7 le 10 et 39°,8 le 12 juillet). Le bouc est moins vif; il maigrit un peu; le 2 juillet, il pèse $31^{kg},400$. Le 4 juillet, je note, à l'examen du sang du bouc, des trypanosomes très rares.

Les 7 et 9 juillet, les examens sont négatifs; 11 et 14 juillet, trypanosomes très rares.

Les 19 et 29 juillet, poussées fébriles; la température s'élève à 40°,2 et 40°,3.

Les examens du sang faits les 19, 21, 24, 29 et 31 juillet sont négatifs.

Le 1er août, trois souris blanches sont inoculées; chaque souris reçoit, dans le péritoine, $0^{cm^3},25$ de sang du bouc; les trois souris s'infectent en 7 ou 8 jours.

Le 3 août, l'examen direct du sang du bouc révèle l'existence de trypanosomes très rares. Les examens du sang faits les 6, 9 et 25 août sont négatifs.

Pendant le mois d'août, le bouc a encore des poussées fébriles, mais ces poussées sont moins fortes qu'en juillet. Du 4 au 6 août, la température se maintient à 39°,4 ou 39°,6; du 12 au 31 août, elle s'élève à plusieurs reprises à 39°,2 ou 39°,4.

Le bouc, qui avait maigri, augmente de poids: il pèse, le 1er et le 15 août, 35^{kg}.

En dehors des poussées fébriles, on n'observe aucun symptôme morbide.

L'observation de ce bouc présente une grande analogie avec celle de la chèvre qui fait l'objet de ma Note antérieure. Les deux animaux, inoculés avec *Tr. congolense*, se sont infectés et la maladie, sans gravité apparente, s'est terminée par guérison; la durée de l'infection a été seulement plus longue chez le bouc (10 mois) que chez la chèvre (6 mois).

Les deux animaux, réinoculés une première fois avec *Tr. congolense*, ont eu des rechutes légères, de courte durée, après quoi deux réinoculations du

même virus sont restées sans effet; la chèvre et le bouc avaient donc acquis une immunité solide pour *Tr. congolense*.

L'inoculation de *Tr. dimorphon* faite alors a produit, chez les deux animaux, une infection typique, identique à celle qu'on observe chez des chèvres neuves, infection qui s'est terminée dans un cas par la mort; dans le second cas, l'infection est en cours et le pronostic est incertain.

Ces deux faits démontrent que des Caprins ayant acquis une immunité solide pour *Tr. congolense* s'infectent par *Tr. dimorphon* et présentent des accidents graves, voire même mortels, d'où l'on peut conclure que *Tr. congolense* et *Tr. dimorphon* constituent deux espèces distinctes.

Il serait intéressant de faire la contre-partie de ces expériences et de montrer que des animaux ayant acquis l'immunité pour *Tr. dimorphon* s'infectent par *Tr. congolense* comme des animaux neufs. Malheureusement les animaux qui résistent à l'infection par *Tr. dimorphon* n'acquièrent que bien rarement l'immunité pour ce virus; on peut même citer ce fait parmi les caractères distinctifs de *Tr. congolense* et de *Tr. dimorphon*.

CORRESPONDANCE.

S. A. S. le Prince de Monaco, dans une dépêche datée de Thamshavn, exprime à l'Académie la douleur que lui cause la nouvelle perte qu'elle vient de faire en la personne de *Henri Becquerel*.

La Société Royale de Londres exprime à l'Académie la part qu'elle prend au deuil qui la frappe en les personnes de *Henri Becquerel* et *E. Mascart*. Elle a tenu à se faire représenter aux obsèques de nos deux confrères, tous deux membres étrangers de la *Royal Society*.

M. le Sénateur **Blaserna**, en son nom et au nom de l'*Académie royale dei Lincei*, dont il est Président, du *Comité international des Poids et Mesures*, dont il est Secrétaire, s'unit au deuil de l'Académie pour la double perte si douloureuse qu'elle vient d'éprouver.

Le **Président**, les **officiers** et le **Conseil de la Société chimique de Londres** adressent une dépêche dans laquelle ils déplorent la perte que la Science et leur Société ont faite en la personne de *Henri Becquerel*.

M. le Professeur **P. Lenard** envoie ses compliments de condoléance pour la perte du grand chercheur qui a découvert la radioactivité.

La **Société photographique italienne** adresse également l'expression de ses sentiments de profonde sympathie à l'occasion de la mort de *Henri Becquerel*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème de Pfaff.* Note de M. **A.-J. Stodolkievicz.**

J'ai eu l'honneur de publier deux Notes dans les *Comptes rendus* (¹) touchant la question mentionnée. A présent, je montre une méthode générale d'intégration. Soit

$$X_1\,dx_1 + X_2\,dx_2 + \ldots + X_{2n}\,dx_{2n} = 0 \tag{1}$$

l'équation différentielle où le nombre des variables est pair et les coefficients X ne remplissent aucune condition.

Écrivons

$$dx_{n+r} = A_{n+r,1}\,dx_1 + A_{n+r,2}\,dx_2 + \ldots + A_{n+r,n}\,dx_n \qquad (r = 1, 2, \ldots, n) \tag{2}$$

un système d'équations différentielles ordinaires qui répondent au système des intégrales. Les coefficients A satisfont aux conditions nécessaires

$$(A_{n+r,i})_k = (A_{n+r,k})_i \qquad \begin{pmatrix} r = 1, 2, \ldots, n \\ i, k = 1, 2, \ldots, n \end{pmatrix}, \tag{3}$$

pour toutes les combinaisons deux à deux.

La signification du symbole est

$$(\quad)_k = \frac{\partial}{\partial x_k} + \sum_{s=1}^{s=n} A_{n+s,k}\frac{\partial}{\partial x_{n+s}}.$$

En outre, lorsqu'on remplace d'abord les dx_{n+1}, dx_{n+2}, ..., dx_{2n} dans l'équation (1) par leurs valeurs (2) et qu'on égale ensuite à zéro tous les coefficients à cause de l'indépendance de dx_1, dx_2, ..., dx_n, on a

$$X_i + X_{n+1}A_{n+1,i} + X_{n+2}A_{n+2,i} + \ldots + X_{2n}A_{2n,i} = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, n). \tag{4}$$

(¹) *Comptes rendus*, nº 17, 2ᵉ semestre 1892, et nº 11, 2ᵉ semestre 1894.

Nous éliminons maintenant les quantités $A_{2n,1}, A_{2n,2}, \ldots, A_{2n,n}$ des équations (3) à l'aide des liaisons (4), puis nous chassons les différences

$$\frac{\partial A_{n+r,i}}{\partial x_k} - \frac{\partial A_{n+r,k}}{\partial x_i} \qquad (i, k = 1, 2, \ldots, n-1)$$

du système (3); il vient, après réduction,

$$(5)\quad \left\{\begin{aligned} &\sum_{r=1}^{r=n-1} A_{n+r,i}(2n, n+r, k) - \sum_{r=1}^{r=n-1} A_{n+r,k}(2n, n+r, i) \\ &\quad + \sum_{p,q} (A_{n+p,k}A_{n+q,i} - A_{n+p,i}A_{n+q,k})(2n, n+q, n+p) - (2n, k, i) = 0 \\ &\qquad\qquad \left.\begin{matrix} k > i \\ q > p \end{matrix}\right\} \left.\begin{matrix} k, i = 1, 2, \ldots, n \\ q, p = 1, 2, \ldots, n-1 \end{matrix}\right\}, \end{aligned}\right.$$

pour toutes les combinaisons deux à deux.

Le symbole signifie

$$(6)\qquad (a, b, c) = A_a\left(\frac{\partial A_b}{\partial x_c} - \frac{\partial A_c}{\partial x_b}\right) + A_b\left(\frac{\partial A_c}{\partial x_a} - \frac{\partial A_a}{\partial x_c}\right) + A_c\left(\frac{\partial A_a}{\partial x_b} - \frac{\partial A_b}{\partial x_a}\right).$$

Il faut éliminer de (5) toutes les quantités A sauf les $A_{n+i,1}, A_{n+i,2}, \ldots, A_{n+i,n}$: on obtient alors $n(n-1)$ équations que voici :

$$(7)\quad \left\{\begin{aligned} &A_{n+i,1}(2n, 2n-1, \ldots, 3, 2) - A_{n+i,2}(2n, 2n-1, \ldots, 3, 1) \\ &\quad + A_{n+i,3}(2n, 2n-1, \ldots, 4, 2, 1) - \ldots \\ &\quad - (-1)^{n+1}A_{n+i,n}(2n, 2n-1, \ldots, n+1, n-1, \ldots, 2, 1) \\ &= (-1)^{i+n+1}(2n, 2n-1), \ldots, n+i+1, n+i-1, \ldots, 2, 1) \\ &\qquad\qquad (i = 1, 2, \ldots, n-1). \end{aligned}\right.$$

Les symboles ( ) désignent des fonctions de Pfaff qui sont formées de la manière suivante :

(a, b, c) est la même chose que (6); si l'on pose des nombres naturels a, $b, c, d, e, f, g, h, i, \ldots$, on a

$$(a, b, c, d, e) = (a, b, c)(a, d, e) - (a, b, d)(a, c, e) + (a, b, e)(a, c, d);$$

$$\begin{aligned}(a, b, c, d, e, f, g) = \; &(a, b, c)(a, d, e, f, g) - (a, b, d)(a, c, e, f, g) \\ &+ (a, b, e)(a, c, d, f, g) - (a, b, f)(a, c, d, e, g) \\ &+ (a, b, g)(a, c, d, e, f);\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(a, b, c, d, e, f, g, h, i) = \; &(a, b, c)(a, d, e, f, g, h, i) - (a, b, d)(a, c, e, f, g, h, i) \\ &+ (a, b, e)(a, c, d, f, g, h, i) - (a, b, f)(a, c, d, e, g, h, i) \\ &+ (a, b, g)(a, c, d, e, f, h, i) - (a, b, h)(a, c, d, e, f, g, i) \\ &+ (a, b, i)(a, c, d, e, f, g, h).\end{aligned}$$

et ainsi de suite.

Pour aller plus loin, nous observons qu'on peut, dans les équations (7), permuter les indices $2n$, $2n-1$, $2n-2$, ..., $n+2$, $n+1$ qui répondent aux indices des variables dépendantes. En effet nous pourrons remplacer réciproquement tous les indices de la manière suivante. Le premier indice dans les parenthèses prend la place du second et *vice versa;* puis le premier se remplace réciproquement par le troisième, le premier se met plus loin à la place du quatrième, etc.; on met enfin l'indice $n+i$ ainsi que le premier dans les parenthèses l'un à la place de l'autre. On voit que nous ne remplaçons que le premier indice. Nous aurons ainsi, outre les (7),

$$(8)\quad \left\{\begin{aligned} &A_{n+i,1}(2n-1, 2n, \ldots, 3, 2) - A_{n+i,2}(2n-1, 2n, \ldots, 3, 1) \\ &\quad + A_{n+i,3}(2n-1, 2n, \ldots, 4, 2, 1) - \ldots \\ &\quad - (-1)^{n+1} A_{n+i,n}(2n-1, 2n, \ldots, n+1, n-1, \ldots, 2, 1) \\ &= (-1)^{i+n+1}(2n-1, 2n, \ldots, n+i+1, n+i-1, \ldots, 2, 1), \qquad \ldots, \end{aligned}\right.$$

enfin

$$(9)\quad \left\{\begin{aligned} &A_{2n,1}(n+i, 2n-1, \ldots, 2n, \ldots, 2, 1) \\ &\quad - A_{2n,2}(n+i, 2n-1, \ldots, 2n, \ldots, 3, 1) \\ &\quad + A_{2n,3}(n+i, 2n-1, \ldots, 2n, \ldots, 4, 2, 1) - \ldots \\ &\quad - (-1)^{n+1} A_{2n,n}(n+i, 2n-1, \ldots, 2n, \ldots, n+1, n-1, \ldots, 2, 1) \\ &= (-1)^{i+n+1}(n+i, 2n-1, \ldots, n+i+1, n+i-1, \ldots, 2, 1). \end{aligned}\right.$$

Ainsi, nous obtenons un système de n^2 équations linéaires (4), (7), (8), (9) renfermant n^2 quantités inconnues $A_{n+r,s}$, d'où nous pourrons tirer tous les coefficients A dans le cas de n impair. Mais, si le nombre n est pair, alors le système devient indéterminé parce que le déterminant de celui-ci sera égal identiquement à zéro. Par conséquent, tous les coefficients demandés A sont alors des fonctions linéaires d'un seul d'entre eux, de $A_{2n,n}$, par exemple. Ainsi donc, quand n sera pair, on a

$$(10)\qquad A_{n+i,k} = \varphi_i(A_{2n,n}) \qquad \begin{pmatrix} i = 1, 2, \ldots, n-1 \\ k = 1, 2, \ldots, n \end{pmatrix}.$$

Après avoir tiré du système (4), (7), (8), (9) toutes les valeurs (10), nous les porterons dans les équations

$$(A_{2n,r})_i = (A_{2n,i})_r \qquad (r = 1, 2, \ldots, n),$$

et nous obtiendrons de cette manière un système linéaire d'équations aux dérivées partielles d'une seule fonction $A_{2n,n}$.

Il est à propos de remarquer que, lorsque l'équation donnée (1) contient

un nombre impair des variables à n intégrales

$$X_1\,dx_1 + X_2\,dx_2 + \ldots + X_{2n-1}\,dx_{2n-1} = 0,$$

nous appliquons la même méthode en prenant dans (1) $X_{2n} = 1$ et posant enfin après l'intégration finale $x_{2n} =$ const.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions périodiques.* Note [1] de M. **P. Cousin**, transmise par M. Appell.

On peut obtenir toute une classe particulière de fonctions méromorphes triplement périodiques aux périodes $(0, 2i\pi)$, $(\omega, i\beta)$, $(\omega', i\beta')$ [ces notations ayant le même sens que dans notre précédente Note (voir *Comptes rendus,* 17 août 1908, p. 377)] et qui sont des fonctions rationnelles de e^y, les coefficients étant des fonctions Θ de la seule variable x. Trois quelconques de ces fonctions sont liées par une relation algébrique; en particulier, une telle fonction est liée à ses deux dérivées partielles du premier ordre par une relation algébrique. Nous avons recherché si cette dernière propriété est caractéristique de telles fonctions et nous avons pu démontrer le théorème suivant :

Si une fonction méromorphe triplement périodique (et non quadruplement périodique) est liée à ses deux dérivées partielles du premier ordre par une relation algébrique, en effectuant sur les variables une substitution linéaire convenablement choisie on ramène ladite fonction à une fonction rationnelle de e^y, les coefficients étant des fonctions Θ de la seule variable x.

Soit $f(x, y)$ la fonction satisfaisant aux conditions de cet énoncé. On démontre tout d'abord qu'il existe une fonction méromorphe $\varphi(x, y)$, liée à $f(x, y)$ et à $\frac{\partial f}{\partial y}$ par une relation algébrique

$$\text{(1)} \qquad P\left(\varphi, f, \frac{\partial f}{\partial y}\right) = 0$$

et telle que : 1° $\frac{\partial f}{\partial x}$ est une fonction rationnelle de φ, f et $\frac{\partial f}{\partial y}$; 2° à un système de valeurs de φ, f et $\frac{\partial f}{\partial y}$ vérifiant la relation (1) ne correspond qu'un système de valeurs de x et y [abstraction faite des sommes de multiples des

---

[1] Reçue dans la séance du 24 août 1908.

périodes $(0, 2i\pi)$, $(\omega, i\beta)$, $(\omega', i\beta')$]; 3° ce système de valeurs de x et y est donné en fonction de φ, f, $\frac{\partial f}{\partial y}$ par deux intégrales de différentielles totales exactes rationnelles en φ, f, $\frac{\partial f}{\partial y}$ attachées à la relation (1).

Soient I_x et I_y ces deux intégrales. On démontre facilement que I_y n'a pas d'autres singularités que des singularités logarithmiques simples. Ensuite on montre par une autre voie qu'il en est de même de I_x. En outre, pour une *courbe logarithmique* des intégrales I_x et I_y, le rapport des résidus respectifs des deux intégrales est le même quelle que soit celle des courbes logarithmiques que l'on considère. Ce rapport est de la forme $\frac{m\omega + n\omega'}{i(m\beta + n\beta' + 2p\pi)}$, m, n et p étant trois entiers.

La différence $I_x - \frac{m\omega + n\omega'}{i(m\beta + n\beta' + 2p\pi)} I_y$ est une intégrale de première espèce, d'après ce qui précède. On pose alors

$$X = x - \frac{m\omega + n\omega'}{i(m\beta + n\beta' + 2p\pi)} y,$$

$$Y = \frac{2\pi}{m\beta + n\beta' + 2p\pi} y.$$

La fonction $f(x, y)$ est alors une fonction rationnelle de e^Y, les coefficients étant des fonctions Θ de la seule variable X.

Si l'on pose

$$J_X = I_x - \frac{m\omega + n\omega'}{i(m\beta + n\beta' + 2p\pi)} I_y,$$

$$J_Y = \frac{2\pi}{m\beta + n\beta' + 2p\pi} I_y,$$

l'intégrale de première espèce J_X a deux modules de périodicité seulement, auxquels correspondent pour J_Y deux périodes cycliques; J_Y a en outre une période polaire égale à $2i\pi$.

CHIMIE. — *Sur la température de dissociation de l'ammoniaque et de l'oxyde de carbone.* Note de **M. Herman-C. Woltereck.**

Dans la littérature sur la décomposition de l'ammoniaque ([1]), il n'y a pas de données précises sur la température à laquelle commence la disso-

([1]) Deville et Troost, *Comptes rendus*, t. LVI, p. 895. — Ramsay et Young, *J. Chem. Soc.*, t. XLV, p. 88. — Perman et Atkinson, *Proc. Royal Soc.*, t. LXXIV, p. 110. — White et Melville, *J. Am. Chem. Soc.*, t. XXVII, p. 373.

ciation de l'ammoniaque, soit par l'action de la chaleur seule, soit en contact avec d'autres corps.

A l'occasion de mes recherches sur la synthèse de l'acide cyanhydrique, j'ai fait une série d'expériences sur ce point précis.

Dans toutes les expériences, le gaz ammoniac était préparé de manière à garantir sa pureté, l'absence de toute matière organique, et sa dessiccation est à peu près absolue.

Le tube de verre d'Iéna, par lequel le gaz passait à raison de 1^l en 15 minutes (bar. 760^{mm}, 15° C.), était placé dans un bain d'air dont la température était contrôlée par un pyromètre système Le Chatelier.

Le tube avait 100^{cm} de longueur et 16^{mm} de diamètre intérieur.

Les premières traces de la dissociation furent observées à 620° C.

Le mélange de gaz émanant du tube devint explosif au-dessous de 630° C.

MM. White et Melville avaient trouvé cette phase à 450° C.

Mes expériences faites pour contrôler ce fait ont prouvé que l'ammoniaque absolument sec et pur ne donne pas de trace de dissociation au-dessous de 620° C., mais que la moindre quantité de matière organique ou de vapeur d'eau peut abaisser considérablement la température nécessaire.

J'ai aussi étudié la dissociation de l'ammoniaque par le fer métallique et oxydé, en employant un rouleau de toile métallique d'une longueur de 22^{cm} et d'un diamètre de 14^{mm}.

La décomposition de l'ammoniaque par le fer métallique commence à 320° C.

La décomposition de l'ammoniaque par l'oxyde de fer ne commence qu'à 420° C.

Comme il n'y a pas de données sur la dissociation de l'oxyde de carbone par la chaleur, j'ai fait des expériences avec un appareil analogue et dans des conditions pareilles.

La dissociation de l'oxyde de carbone commence entre 570° C. et 580° C. Elle n'est pas possible même aux températures les plus élevées en présence d'une trace de vapeur d'eau.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Le blanc du chêne et l'*Erysiphe Quercus *Mérat.* Note de M. **Boudier**, présentée par M. Prillieux.

Déjà, il y a plus de 60 ans, Mérat, dans sa *Revue de la flore parisienne* (p. 459), a décrit ou plutôt désigné sous le nom d'*Erysiphe Quercus* un Érysiphe trouvé aux environs de Paris sous les feuilles de chêne. Cette

espèce ne serait-elle pas celle dont la forme conidienne est si abondante cette année? Je ne sais, mais il m'a paru utile, en présence de cette invasion si subite et si considérable de cette forme conidienne, de signaler cette indication.

J'ajouterai que jamais, dans ma longue carrière mycologique, je n'ai vu pareille intensité. J'avais déjà observé plusieurs fois antérieurement quelques taches conidiennes, et encore rarement, sur feuilles de chêne. Cette année je reçois ce parasite non seulement des environs de Paris, mais aussi de bien des points de la France : Moulins, Laval, etc., des Ardennes, du Doubs, du Jura, etc., et, dans certains endroits, cette espèce paraît avoir fait de grands ravages. De Laval j'ai vu des feuilles entières, et même de jeunes rameaux, noircis et mortifiés par le parasite. De Charleville, M. Harlay me signale qu'en certains endroits la quantité en est telle que, quand on secoue les branches des jeunes chênes sur la lisière des forêts, il en tombe une farine blanche abondante.

En présence de cette apparition si considérable et qui a ému déjà nombre de propriétaires forestiers, j'ai pensé qu'il était utile de faire connaître le premier indice que je connaisse sur l'état de fructification probable de cette espèce.

PATHOLOGIE. — *De l'action du sérum humain sur* Trypanosoma Pecaudi *Laveran. Différenciation de* Tr. Pecaudi *d'avec* Tr. gambiense. Note de MM. **A. Thiroux** et **L. d'Anfreville**, présentée par M. Laveran.

Laveran a établi (¹) que le sérum humain, injecté à des doses suffisantes à des souris et à des rats, atteints de Nagana, de Mal de caderas ou de Surra, faisait disparaître, au moins temporairement, les trypanosomes de la grande circulation. Dans quelques cas, il a même pu guérir des souris du Nagana et du Mal de caderas par des injections de sérum humain; il fait remarquer que, dans les cas où la guérison a été obtenue, elle l'a été après une ou deux injections de sérum, jamais chez les animaux qui ont été traités longtemps. L'activité du sérum décroît très lentement et l'on peut traiter avec succès des animaux pendant 2 et 3 mois.

(¹) Laveran, *Comptes rendus*, 1er avril 1902 et 6 juillet 1903.

Oswald Gœbel a démontré récemment [1] que le sérum humain avait aussi des propriétés préventives vis-à-vis de *Tr. Brucei*. D'après cet auteur, le pouvoir préventif du sérum humain ne se manifeste chez le cobaye que lorsque le mélange sérum-virus a été gardé au moins 8 heures à 37° avant d'être inoculé sous la peau.

Nos expériences avaient été instituées dans le but de rechercher les rapports qui pouvaient exister entre *Tr. Pecaudi* et *Tr. gambiense*. En effet, nous avions trouvé dans des préparations de *Tr. gambiense*, provenant de six malades différents, de petites formes courtes, larges, à flagelle libre très court. Ces petites formes de *Tr. gambiense*, qui viennent d'être signalées par Minchin [2], rappellent beaucoup les petites formes de *Tr. Pecaudi*. Nous avions aussi remarqué, comme l'avaient déjà fait Gray et Tulloch [3], qu'une forte mortalité sur les chiens indigènes, due à *Tr. Pecaudi*, coïncidait le plus souvent avec une endémicité grave de la maladie du sommeil chez les indigènes. Notre but était de rechercher l'action préventive du sérum des malades atteints de trypanosomiase humaine, inoculé mélangé avec *Tr. Pecaudi*, comparativement à l'action du sérum humain normal injecté dans les mêmes conditions.

Quatre *Cercopithecus ruber* furent inoculés sous la peau ou dans le péritoine avec du sang citraté, riche en *Tr. Pecaudi*, additionné de 6^{cm^3} ou 12^{cm^3} de sérum de malades du sommeil; deux de ces animaux ne s'infectèrent pas. Sur deux témoins, inoculés avec du sang citraté riche en *Tr. Pecaudi*, additionné de 6^{cm^3} ou 12^{cm^3} de sérum humain normal, un seul s'infecta.

La durée d'incubation a été de 8 à 13 jours, sans qu'il y ait une différence marquée en faveur du sérum des malades atteints de maladie du sommeil. Le sérum humain a donc, dans trois cas sur six, empêché le développement de *Tr. Pecaudi* chez les animaux inoculés. Chez les singes infectés, la période d'incubation semble avoir été légèrement allongée, car trois autres *Cercopithecus ruber* inoculés avec *Tr. Pecaudi* sans sérum ont été contaminés en 5 jours.

Contrairement à ce qui a été observé par O. Gœbel pour le Nagana, le sérum s'est montré actif, quoique inoculé aussitôt mélangé avec le virus. Ce dernier a été recueilli par l'un de nous sur un chien dans la région de la Petite-Côte, au Sénégal, et identifié par M. le Professeur Laveran.

---

(1) Oswald Gœbel, *Pouvoir préventif et pouvoir curatif du sérum humain dans l'infection due au trypanosome du Nagana* (*Ann. Inst. Pasteur,* t. XXI, 25 novembre 1907, p. 882-910).

(2) *The Quarterly Journ. of microsc. sciences*, mars 1908.

(3) *Sleeping-Sickness Commiss. of the R. Soc.*, n° VIII, février 1907.

Les animaux qui ne se sont pas infectés avec le mélange virus-sérum humain ne possèdent pas l'immunité et s'infectent facilement.

Il restait à savoir si le sérum humain possédait, vis-à-vis de *Tr. Pecaudi*, la même action curative que celle qu'il possède vis-à-vis de *Tr. Brucei*. Deux *C. ruber* présentant des trypanosomes nombreux furent inoculés dans le péritoine avec 12^{cm^3} de sérum humain normal; chez tous les deux, les parasites disparurent en 24 heures (pour 12 jours chez le premier et pour 8 jours chez le second).

Afin de savoir si l'action du sérum s'affaiblissait rapidement et s'il ne se formait pas assez vite des races sérum-résistantes, nous avons renouvelé les injections de sérum humain. Une seconde injection a amené une seconde disparition des parasites; de même, une troisième et une quatrième chez un seulement des deux singes, sans qu'il se soit produit une diminution notable de l'activité du sérum ou une résistance particulière de *Tr. Pecaudi*.

Des faits qui précèdent nous pouvons conclure que le sérum humain a, vis-à-vis de *Tr. Pecaudi*, une action préventive et curative manifeste, semblable à celle qu'il possède vis-à-vis de *Tr. Brucei*, *Tr. Evansi* et *Tr. equinum*, et que cette action ne s'affaiblit que très lentement.

Le sérum des malades atteints de maladie du sommeil, que l'un de nous a démontré ([1]) être préventif contre *Tr. gambiense*, n'influence *Tr. Pecaudi* que comme le sérum humain normal. D'autre part, *Tr. gambiense* n'étant pas influencé par le sérum humain normal ([2]), fait que nous avons de nouveau vérifié pour les virus de *Tr. gambiense* que nous possédons, il y a lieu de penser, malgré certaines ressemblances morphologiques, que *Tr. Pecaudi* et *Tr. gambiense* constituent deux espèces bien distinctes.

M. L. Herrera annonce qu'il a obtenu *la reproduction macroscopique du scintillement du radium dans le spintariscope de Crookes avec une solution de phosphore lucide dans un mélange d'éther et de chloroforme.*

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

([1]) Thiroux, *Sur les propriétés préventives du sérum de deux malades atteints de trypanosomiase humaine (forme maladie du sommeil)* (*C. R. de la Soc. de Biol.*, 4 mai 1906).

([2]) Laveran, *Action du sérum humain sur quelques trypanosomes pathogènes* (*C. R.*, 22 février 1904).

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 31 aout 1908.

Le bacille de Koch n'est pas l'agent pathogène de la tuberculose, par le Professeur Dr H.-W. Middendorp. Bruxelles, 1908; 1 fasc. in-8°.

Travaux astronomiques et géodésiques exécutés en Suisse (suite de la publication : *Le réseau de triangulation suisse*), publiés par la Commission géodésique suisse (t. XI : *Mesure de la base géodésique du tunnel du Simplon*). Zurich, 1908; 1 vol. in-4°.

Système silurique du Portugal, par J.-F. Nery Delgado. Lisbonne, 1908; 1 vol. in-4°.

Icones mycologicæ, par Boudier (4e série, 20 planches). Paris, 1907-1908.

Bibliographical Memoir of Asaph Hall (1829-1907), by George-William Hill. Washington, 1908; 1 fasc. in-8°.

Rendiconto delle tornate e dei lavori dell' Accademia di Archeologia, Lettere e Belle Arti (nuova serie, anno XXI). 2 fasc. in-8°.

Al-Battani, sive Albatenii opus astronomicum, ad fidem Codicis escurialensis arabice editum latine versum, adnotationibus instructum a Carolo Alphonso Nallino (Pars secunda). Mediolani insubrum, 1907; 1 vol. in-4°.

Commissão geographica e geologica do Estado de S. Paulo. Exploração do Rio Ribeira de Iguape. S. Paulo, 1908; 1 fasc. in-f°.

Atti della reale Accademia delle Scienze fisiche e matematiche (serie seconda, t. XIII). Napoli, 1908; 1 vol. in-4°.

Elenco dei membri et soci del R. Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti (anno accademico 1907-1908). Venezia, 1907; 1 fasc. in-8°.

Atti del R. Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti (anno accademico 1905-1906), t. LXV, LXVI, LXVII; 25 fasc. in-8°.

ERRATA.

—

(Séance du 24 août 1908.)

Note de M. *Ém. Vigouroux*, Action du trichlorure d'arsenic sur le nickel et sur les arséniomckels :

Page 427, ligne 37, *au lieu de* à partir de 100°, *lisez* à partir de 800°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 SEPTEMBRE 1908.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Grands alignements et tourbillons de l'atmosphère solaire.* Note de M. **H. Deslandres.**

L'atmosphère du Soleil, et en particulier l'atmosphère supérieure, offre un intérêt de tout premier ordre. Elle est la partie de l'astre qui subit les fluctuations les plus grandes, et on lui rapporte, en général, les variations très probables de l'action exercée par le Soleil sur la Terre.

Cette atmosphère est aussi intéressante par elle-même, en dehors de toute influence sur la Terre; elle est la seule atmosphère que nous puissions étudier dans son ensemble et dans ses couches successives. Actuellement, l'homme, même aidé par le télégraphe, ne peut relever et connaître qu'une portion restreinte de sa propre atmosphère, portion limitée à la fois dans le sens de la surface et dans le sens de la hauteur. Par contre, il a une vue d'ensemble de l'atmosphère solaire ou plus exactement de la moitié entière qui est tournée vers la Terre.

J'ai indiqué en février 1892 et juillet 1894 les méthodes générales, basées sur l'isolement d'une raie brillante ou noire du spectre, qui permettent de séparer la radiation de la vapeur atmosphérique de la lumière intense du disque, et de reconnaître les formes de la vapeur solaire et ses mouvements radiaux. On emploie deux appareils principaux, à savoir : le spectro-enregistreur des formes ou spectrohéliographe, qui décèle les formes exactes de la vapeur, de ses plages brillantes ou sombres, et le spectro-enregistreur des vitesses, qui relève les vitesses radiales, les formes générales et aussi l'épaisseur. Depuis 1892 et surtout depuis 1904, ces appareils ont été utilisés de

plus en plus et avec des perfectionnements toujours croissants; mais le nouveau domaine, surtout celui offert par les raies noires si nombreuses, est extrêmement vaste; les appareils sont compliqués et coûteux, et l'exploration est à peine commencée.

C'est ainsi que, déjà en 1894, j'ai appelé l'attention sur l'importance exceptionnelle des raies H et K, attribuées au calcium, dont les trois composantes, $H_1 K_1$ qui sont noires, $H_2 K_2$ qui sont brillantes, $H_3 K_3$ qui sont noires, représentent trois couches superposées de la vapeur. Or l'image de la couche K_3 a été obtenue pour la première fois par Hale en 1892 avec le spectrohéliographe; en 1894, j'ai réalisé l'image de K_1 et d'autres raies noires, et c'est seulement en 1908 que nous avons, d'Azambuja et moi, obtenu l'image de la couche supérieure K_3 (voir la Note des *Comptes rendus* du 10 août, même Tome, p. 334). Avec le spectro-enregistreur des vitesses, d'autre part, à partir de 1892, après avoir reconnu l'existence de la raie K_3, j'ai relevé les couches K_1, K_2 et K_3.

Un autre progrès a été réalisé récemment dans la reconnaissance des couches supérieures. Hale, qui, depuis 1903, s'attache avec un grand succès aux raies de l'hydrogène, a obtenu l'image de ce gaz avec la raie rouge H_α qui, au bord solaire extérieur, est presque aussi élevée que la raie K_3 (voir la Note des *Comptes rendus* du 15 juin, t. CXLVI, 1908, p. 1251). L'image est pleine de détails et formée vraisemblablement, au moins en partie, par la couche supérieure. Il y a seulement une différence avec nos images de K_3. Hale, si j'en juge par les épreuves envoyées à Paris, isole la raie H_α tout entière, large de $0^\lambda,9$, et formée par toutes les couches de l'hydrogène; l'image doit représenter le mélange des images de plusieurs couches. A Meudon, nous avons isolé seulement la partie centrale de K_3, soit une portion de longueur d'onde au moins 20 fois plus faible, égale environ à $0^\lambda,04$; l'image est plus petite, mais doit correspondre à la couche supérieure seule. Il sera utile d'obtenir en même temps et de comparer directement à tous égards les images de H_α et de K_3.

Je rappelle tous ces détails pour bien préciser les efforts successifs depuis 1892 et l'état actuel de la question. J'expose ensuite quelques résultats nouveaux obtenus à Meudon avec les enregistreurs de vitesses récemment organisés, et les conséquences générales qui en découlent.

Le spectro-enregistreur des vitesses, *a priori* aussi utile que celui des formes, n'a été réalisé encore qu'en France, à Paris d'abord et à Meudon ensuite. Les épreuves des vitesses, quoique chargées de détails intéressants, sont, en effet, moins frappantes que celles des formes, et les meilleures obte-

nues n'ont pas été assez répandues par la gravure. D'ailleurs les premiers appareils de 1892 et 1894, qui ont été si utiles pour les phénomènes des facules et du bord solaire, étaient à certains égards insuffisants. La dispersion et surtout le diamètre de l'image solaire étaient trop faibles; et ces défauts, reconnus dès le début, n'ont pas été corrigés de suite, simplement parce que les locaux et bâtiments mis à ma disposition étaient trop exigus, à Paris, de 1891 à 1898, et ensuite à Meudon. La lacune a été comblée seulement l'année dernière, et nous avons pu organiser deux grands appareils, qui comprennent soit un réseau, soit un train de trois prismes et des chambres longues respectivement de $3^m,50$ et 7^m. Les diamètres des images ont $0^m,14$ et $0^m,20$. La plupart des épreuves obtenues ont été faites avec l'aide de Burson, astronome assistant.

Les deux composantes brillantes de K_2, qui comprennent entre elles la raie noire assez fine K_3, sont fortes, nettes et égales sur les facules et près du bord solaire; ces propriétés ont déjà été reconnues avec les premiers appareils de 1892. Si, sur les épreuves récentes, on examine les autres points du disque, les composantes de K_2 et la raie K_3 apparaissent encore suffisamment nettes, avec la pose convenable. Or, souvent, sur des régions étendues de l'astre, la raie K_3 se montre sinueuse, et aussi, mais plus faiblement, la raie K_2; ces petites inclinaisons, qui sont dues à des vitesses radiales comprises entre 500^m et 2000^m à la seconde, sont limitées à une très petite longueur et n'apparaissent bien qu'avec une grande image. Les épreuves, qui sont très riches en détails, lorsque les conditions sont favorables, décèlent en réalité les grandes vagues de la mer de vapeurs qui est la chromosphère supérieure; elles nous font connaître l'état d'agitation, parfois rapidement variable, des couches supérieure et moyenne. Il reste ensuite à reconnaître le lien précis de ces sinuosités avec les autres parties de l'image et avec les phénomènes plus saillants des taches et facules. Dès à présent on peut affirmer que l'insignifiance des mouvements dans la couche K_3, annoncée par plusieurs observateurs, disparaît dans une étude suffisamment prolongée avec des appareils convenables.

Sur les taches et facules, les déplacements de K_3 et K_2, parfois très sensibles, ont été déjà signalés; et en 1905, dans une Note intitulée : *Étude de l'atmosphère solaire autour des taches* (*Comptes rendus*, t. CXLI, p. 380), j'ai écrit : « La zone moyenne autour des taches est le siège de mouvements notables, indiqués par l'inclinaison fréquente de la raie K_3 par rapport à la raie K_2, inclinaison qui a pu parfois être expliquée par un mouvement tourbillonnaire, analogue à celui des cyclones terrestres et de même sens. »

La planche XII d'un Mémoire présenté au Congrès solaire de 1907 et inséré la même année dans le *Bulletin astronomique*, reproduit des portions d'épreuves des vitesses qui montrent des déplacements de ce genre, d'origine cyclonique. Ces premiers résultats peuvent être rapprochés des résultats analogues tout récents obtenus par Hale avec l'autre spectro-enregistreur et ses images de l'hydrogène; autour de certaines taches les filets lumineux et sombres se groupent de manière à donner l'impression d'un tourbillon ([1]). Mais, pour arriver à une conclusion définitive, il faudrait employer simultanément les deux sortes de spectro-enregistreurs, et les réunir sur une même tache avec les raies de l'hydrogène, comme avec les raies du calcium ([2]).

L'utilité des enregistreurs de vitesse s'affirme plus nettement encore avec les filaments noirs du calcium ([3]), décrits dans la Note récente du 10 août. Ces filaments, qui sont surtout caractéristiques de la couche K_3, apparaissent parfois dans une région, éloignée des facules, où les vitesses radiales de K_3 sont très faibles; mais, sur la ligne précise du filament, elles sont très notables. Frappé par cette propriété que l'enregistreur révèle, j'ai cherché le phénomène correspondant de l'atmosphère terrestre, et j'ai pensé aussitôt à la ligne ou au couloir de grains de nos orages, qui offre la même forme générale et les mêmes variations. Le couloir de grains est considéré comme un tourbillon à axe horizontal; or, sur nos épreuves des vitesses, les filaments, et en particulier celui du 24 mars dernier déjà cité, montrent des mouvements analogues. Ce dernier filament (voir la figure ci-contre) est voisin du méridien central et se prête bien à la vérification. La fente du

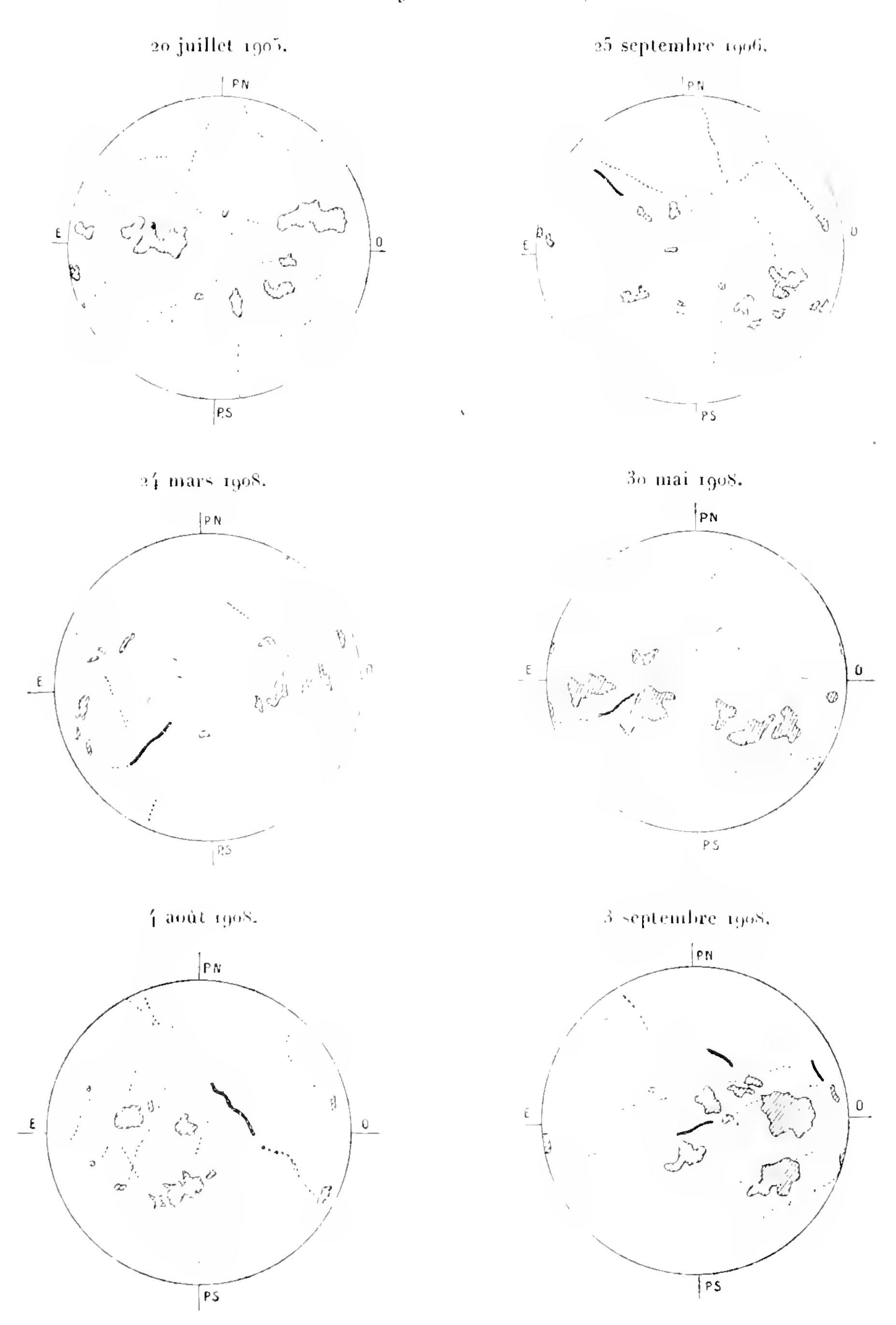
---

([1]) On rencontre aussi sur les images de K_2 des groupements de flocculi qui ont absolument l'aspect de tourbillons. En particulier, tel était le cas le 17 mars 1903 autour d'un point à la latitude de 15° nord, un peu à l'ouest du méridien central. Le tourbillon était très net et très régulier, aucune tache n'étant visible ce jour-là sur la surface. Le tourbillon était au milieu et à l'est de la ligne joignant deux petites facules. Ce cas tout spécial était à rappeler.

([2]) Le déplacement de flocculi sur une image monochromatique de vapeurs n'implique pas nécessairement un mouvement de matière. Le déplacement radial ne comporte pas cette objection, mais il ne donne le mouvement que dans une direction. Il faut reconnaître en même temps les deux déplacements.

([3]) Les filaments sont appelés par Hale *longs flocculi*; ils sont comparables à un fil continu, qui se détache sur le fond de l'image. Le mot *filament* est pour moi provisoire; j'avais pensé d'abord au mot *filum*, qui est latin comme *facula* et *flocculus*; mais ces trois mots forment leur pluriel de façon différente. Ne pourrait-on pas recourir à une autre langue internationale qui, comme l'Esperanto, soit beaucoup plus simple?

Distribution des filaments et alignements.



spectrographe était à peu près perpendiculaire au filament et, sur les sections successives, les raies K_3 du filament étaient inclinées par rapport aux raies voisines, plus ou moins suivant les sections, mais toujours dans le même sens, les vitesses descendantes par rapport à la surface étant les plus fortes. Tous ces caractères se retrouvent dans la ligne de grain [1].

En réalité, le filament solaire s'annonce comme un tourbillon à *axe horizontal, parallèle à la surface*. L'intérêt de la question allait croissant, et j'ai poursuivi plus loin l'investigation; j'ai examiné de près les nombreux filaments visibles sur la longue série d'images de la chromosphère entière que je réunis depuis 1893 : ces images, obtenues par l'isolement de K_2 avec un petit spectrohéliographe, représentent l'ensemble des couches K_2 et K_3. Or, presque toujours, le filament noir n'est pas isolé; il est prolongé des deux côtés par des alignements similaires, qui sont ou des lignes noires successives moins nettes, ou des filaments brillants simples et doubles, et qui, se suivant à la file, peuvent s'étendre d'un bord à l'autre du Soleil [2]. La figure ci-contre reproduit sur les images solaires de 6 jours différents les alignements qui accompagnent le filament noir et d'autres alignements tout semblables. Les filaments noirs sont représentés par un trait plein, et les alignements par un trait discontinu; les parties hachées sont les facules. Ceux qui possèdent des épreuves de ces mêmes jours, suffisamment nettes, retrouveront facilement les alignements indiqués. En général, les alignements sont des filaments brillants doubles dont les composantes, à peu près parallèles, laissent entre elles une sorte de couloir qui est à peine moins brillant que les parties voisines [3].

L'épreuve du 25 septembre 1906 a été choisie parce que son filament noir se retrouve jusqu'au 29 sur nos épreuves, qui seront prochainement publiées. Le Soleil du 20 juillet 1905 a été reproduit déjà en héliogravure dans le *Bulletin astronomique* de 1907; ses filaments, déjà signalés, qui sont

---

(1) La recherche de l'effet Zeeman le long du filament peut fournir une nouvelle vérification.

(2) Les filaments noirs, quelquefois très longs, peuvent s'étendre au delà de 90° en longitude. Le filament noir est une partie intégrante de l'alignement qui le prolonge; il augmente ou diminue sans le quitter et varie avec lui. Un alignement peut comprendre un ou plusieurs filaments noirs.

(3) Ces alignements ont été reconnus sur des images formées par les couches K_2 et K_3 réunies; ils peuvent être liés soit à la couche K_3, soit à la couche K_2, soit aux deux. D'ailleurs quelques-uns de ces alignements se retrouvent dans des couches plus basses de l'atmosphère et même, si l'on y regarde de près, sur la surface de l'astre.

plutôt des alignements, ont été représentés ici par un trait discontinu ([1]). D'autre part, l'image du 30 mai 1908, la seule obtenue à Meudon du 25 mai au 5 juin, montre le filament noir qui a été si bien étudié par Hale dans son travail récent sur les cyclones solaires. Les deux derniers dessins ont été faits avec l'aide d'une seconde image fournie par un grand spectrohéliographe, qui donne la couche K_3 seule. Sur l'épreuve de septembre 1908, on distingue deux grandes directions des alignements, déjà signalées dans la Note du 10 août ([2]).

Cependant, sur toutes ces images, les alignements, en général, se coupent sur les facules ou dans leur voisinage immédiat; car ils sont plutôt tangents à la plage faculaire. Or, si l'on admet sur la facule un cyclone à axe vertical ou plutôt une dépression analogue aux dépressions de notre atmosphère et si les alignements sont, comme les filaments, des tourbillons à axe horizontal, la disposition générale des mouvements est bien simple, la rotation générale de l'astre étant mise à part.

On a des tourbillons à axe vertical qui peuvent être réunis deux à deux par des tourbillons à axe horizontal; et, en effet, deux dépressions voisines offrent sur la ligne qui les joint des masses mobiles animées de vitesses à peu près contraires, ce qui tend à produire un ou plusieurs tourbillons à axe horizontal, inclinés d'un angle plus ou moins faible sur la ligne de jonction ([3]). Lorsque la dépression s'accentue et devient un cyclone, une tache noire se forme; lorsque le tourbillon à axe horizontal est intense, on a un filament noir. Si, de plus, on fait intervenir de grands courants généraux allant de l'équateur aux pôles et des pôles à l'équateur, leur contact avec les spires de chaque dépression fait naître aussi deux grands tourbillons à axe horizontal, qui sont à peu près perpendiculaires aux courants et expliquent les deux grandes directions des alignements, déjà signalées.

Cette explication simple des alignements et des mouvements est en accord général avec les faits précédents, qui d'ailleurs l'ont suggérée; mais elle comporte une généralisation qui, en réalité, les dépasse; et, avant d'être

---

([1]) L'épreuve des formes du 24 mars 1908 était médiocre, et les alignements relevés peuvent être incomplets.

([2]) Les grandes directions des alignements ne font pas toujours le même angle avec l'équateur solaire.

([3]) Plusieurs tourbillons horizontaux semblent possibles, parce que chaque dépression comprend une partie inférieure et une partie supérieure qui ont des vitesses de directions différentes, ce qui augmente le nombre des combinaisons.

acceptée, elle devra être soumise à de multiples vérifications. De toute façon, ces premiers résultats sont fort curieux et font ressortir le très grand intérêt de la question; ils laissent même entrevoir une application utile aux grands problèmes de la Météorologie terrestre.

CORRESPONDANCE.

Dans une lettre adressée à M. le Président, **S. A. S. le Prince de Monaco** exprime toute la part que l'**Institut océanographique** prend à la perte d'*Henri Becquerel*, qui était président du Conseil de cet Institut.

La **Société de Physique et de Médecine d'Erlangen** envoie à l'Académie, à l'occasion de la mort d'*Henri Becquerel*, l'expression de sa plus vive sympathie.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce la mort de M. *Alluard*, qui fonda au Puy de Dôme le premier Observatoire météorologique de montagne.

ASTRONOMIE. — *Sur la nouvelle comète Marehouse*. Note de M. **Giacobini**, présentée par M. Bassot.

J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie trois observations de la comète (1908 *c*) Marehouse faites à l'équatorial coudé de $0^m,40$ d'ouverture :

Observations de la comète.

Dates. 1908.	Temps moyen de Nice.	Δα.	ΔⓅ.	Nombre de compar.	⋆.
	h m s	m s	′ ″		
Sept. 3........	10.52.53	−3.51,12	+ 0.14,5	12 : 8	1
» 4........	10.38.59	+4.41,69	+ 9.25,5	12 : 8	2
» 5........	10.22.51	+6.54,32	−12.53,0	12 : 8	3

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1908,0.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s		° ′ ″	″
1....	2 obs. des zones de Christiania	3.23.25,44	+3,03	22.43.44,0	+ 9,0
2....	3 obs. des zones de Christiania	3.11.22,46	+3,17	22. 1. 7,4	+ 8,4
3....	2 obs. des zones de Christiania	3. 5.19,03	+3,35	21.49.13,1	+ 7,8

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1908.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Sept. 3	3.19.37,25	0,039*n*	22.44. 7,5	0,248*n*
» 4	3.16. 7,32	0,053*n*	22.10.41,3	0,271*n*
» 5	3.12.16,70	0,067*n*	21.36.27,9	0,301*n*

La comète a l'aspect d'une nébulosité arrondie de 15″ à 20″ d'étendue avec un noyau mal défini. Faible condensation. On croit distinguer une petite queue dans l'angle de position de 250°. En éclairant le champ, la comète disparaît avec les étoiles de onzième grandeur.

PHYSIQUE. — *La loi de Stokes et le mouvement brownien*. Note de M. **Jean Perrin**, transmise par M. J. Violle.

La force qui s'oppose au mouvement d'une sphère dans un liquide visqueux est, d'après un calcul de Stokes, égale à $6\pi\mu a v$, si μ désigne la viscosité du fluide, a le rayon de la sphère, et v sa vitesse. Quand la sphère tombe d'un mouvement uniforme sous la seule influence de la pesanteur, on a donc, D et d étant les densités de la sphère et du fluide,

$$\frac{4}{3}\pi a^3 g(D-d) = 6\pi\mu a v.$$

Ces formules classiques, couramment vérifiées pour des rayons de quelques millimètres, ont été récemment utilisées pour déterminer des rayons beaucoup plus petits. Par exemple, J.-J. Thomson a dû les admettre pour déterminer la masse de gouttelettes condensées sur des ions, masse qu'il lui fallait connaître pour obtenir la charge électrique d'un corpuscule. Le rayon de ces gouttes était de l'ordre du micron. Les travaux de M. Langevin ou de ses élèves sur les *gros ions* de l'atmosphère supposent la loi de Stokes exacte, dans l'air, jusqu'à un rayon cent fois plus petit encore. D'autre part, dans mes expériences sur le mouvement brownien [1] j'ai admis la même loi pour trouver le rayon de granules ultramicroscopiques en suspension dans l'eau.

Or, en ces trois cas, et surtout dans les deux derniers, un mouvement

[1] *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 967.

brownien très actif agite irrégulièrement les granules étudiés, et l'on est bien loin des conditions de continuité admises par Stokes. Il reste, bien entendu, possible que le déplacement *moyen* d'un granule soumis à une force constante vérifie encore la loi, mais ce n'est plus là qu'une hypothèse, et, comme l'a dit J. Duclaux dans une critique amicale et approfondie de mon travail ([1]), on est parfaitement fondé à trouver alors *bien hasardeuses* les applications de la loi de Stokes. J'ai donc tenté un contrôle expérimental direct.

Ce contrôle m'a été facilité par le fait qu'en milieu faiblement acide ($\frac{1}{100}$ normal) les granules de gomme gutte se collent tous très rapidement sur les parois de verre de la préparation où on les observe.

On peut alors compter combien de granules sont collés (par exemple par centième de millimètre carré) sur les bases du cylindre très aplati que forme une préparation de hauteur connue (par exemple 100 microns) provenant d'une émulsion titrée de gutte (moyen I).

On peut, d'autre part, si les granules sont assez gros, et profitant de ce qu'ils se disposent parfois côte à côte sur les parois, mesurer à la chambre claire la longueur moyenne d'une file de 5 à 6 granules (moyen II).

Enfin on calculera le diamètre qu'indiquerait la loi de Stokes (moyen III).

Les grains d'une même préparation doivent être à peu près de même taille. On y arrive par centrifugation fractionnée. On peut obtenir avec précision leur densité, que je crois égale, à $\frac{1}{1000}$ près, à 1,207 (chiffre rectifiant mes premières mesures).

Les nombres suivants indiquent, en centièmes de micron, les rayons trouvés pour quatre préparations différentes, par les moyens I, II et III :

	I.	II.	III (loi de Stokes).
Première préparation.....	»	45,5	44,5
Deuxième »	31	30	29
Troisième »	21	»	21,1
Quatrième »	14,5	»	15

La loi de Stokes est donc certainement vérifiée pour des rayons de l'ordre du dixième de micron, et il devient permis de présumer qu'elle l'est encore bien au delà.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Fixation de l'acétophénone sur l'acide benzoylacrylique.* Note de M. J. Bougault.

En poursuivant mes recherches sur l'acide benzoylacrylique qui ont déjà fait l'objet de plusieurs Notes ([2]), j'ai observé que les alcalis, à froid,

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLVII, 1908, p. 131.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 140, 411 et 936; t. CXLVII, 1908, p. 249.

décomposent cet acide d'une façon curieuse, en donnant l'acide diphénacyl-acétique $(C^6H^5 - CO - CH^2)^2 = CH - CO^2H$. La formation de cet acide m'a amené à penser que l'acétophénone devait pouvoir se fixer sur l'acide benzoylacrylique, à la façon de l'acide cyanhydrique (*loc. cit.*), ce que des expériences directes ont confirmé.

Von Pechmann [1], qui a découvert l'acide benzoylacrylique, avait déjà reconnu que les alcalis, à l'ébullition, le dédoublent rapidement en acide glyoxylique et acétophénone. Mais, si l'on se contente de dissoudre l'acide à froid dans un léger excès de lessive de soude, la réaction est différente. En acidulant par l'acide acétique, après 24 heures de contact, on obtient un précipité sirupeux qui cristallise bientôt.

Le produit obtenu, purifié par cristallisation dans le benzène, est un acide fondant à 133° qui s'identifie par les résultats d'analyse (dosages de C et H, titrage acidimétrique) et par les propriétés générales (solubilités, réactions) avec l'acide diphénacylacétique déjà connu. L'équation de la réaction peut s'écrire :

$$2(C^6H^5 - CO - CH = CH - CO^2H) + H^2O$$
$$= CHO - CO^2H + (C^6H^5 - CO - CH^2)^2 = CH - CO^2H.$$

Il est très vraisemblable que le dédoublement de l'acide benzoylacrylique en acide glyoxylique et acétophénone s'effectue également à froid comme à chaud, mais plus lentement dans le premier cas, et est accompagné de la fixation de 1^{mol} de l'acétophénone formée sur 1^{mol} d'acide benzoylacrylique non encore décomposé.

Ce qui appuie cette manière de voir, c'est que l'addition d'acétophénone à la solution alcaline d'acide benzoylacrylique augmente beaucoup le rendement en acide diphénacylacétique. Ainsi $0^g,50$ d'acide benzoylacrylique décomposés à froid par un excès de soude n'ont donné que $0^g,27$ d'acide diphénacylacétique, tandis que, dans une autre expérience ne différant de la première que par l'addition préalable de 2^g d'acétophénone, le rendement a été de $0^g,70$. Si l'on considère que $0^g,50$ d'acide benzoylacrylique (hydraté) ne peuvent donner, au maximum, que $0^g,38$ d'acide diphénacyl-acétique, tandis que j'en ai obtenu $0^g,70$ avec addition d'acétophénone, on est bien obligé d'admettre que l'acétophénone se fixe directement sur l'acide benzoylacrylique.

L'inspection de la formule de l'acide diphénacylacétique montre que la

(1) *Ber. d. d. chem. Gesell.*, t. XV, 1882, p. 885.

fixation se fait sur la double liaison, suivant le même mode que j'ai constaté pour l'acide cyanhydrique.

Les expériences comparatives, avec et sans acétophénone, ont été faites dans diverses conditions de dilution et d'alcalinité, et toujours l'addition préalable d'acétophénone a entraîné un rendement beaucoup plus élevé en acide diphénacylacétique.

Sans doute d'autres acétones du même type que l'acétophénone doivent pouvoir se condenser, dans les mêmes conditions, avec l'acide benzoylacrylique; c'est ce que je me propose de vérifier.

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge des basaltes des environs de Massiac (Cantal).* Note de M. P. **Marty**, transmise par M. R. Zeiller.

Je me propose, dans la présente Note, de montrer l'autonomie de certains basaltes de l'est du département du Cantal, confondus jusqu'ici avec d'autres, et de dater paléontologiquement ces basaltes.

On sait que le volcan du Cézallier, qui fait suite à celui du mont Dore vers le Sud-Est, est à son tour prolongé dans cette même direction, qui est celle des principaux filons d'amphibolite avoisinants, par le petit groupe des volcans des environs de Massiac. L'individualité de ce groupe de volcans est attestée par la conservation de leurs cratères.

Ces volcans sont basaltiques. Les principaux sont ceux de Loubarcet, du Suc de Luzer, du Suc de Védrine, du Mont-Journal, etc. La conservation de leur appareil de sortie, jointe à la situation de leurs coulées, qui couronnent les plateaux, a conduit à les rattacher intégralement jusqu'ici au Pliocène supérieur à *Elephas meridionalis*. Ils sont notés β' sur la Carte géologique détaillée au $\frac{1}{80000}$, feuille de Brioude, dressée par Fouqué.

Les observations personnelles que j'ai faites me semblent de nature à montrer que les faits sont, en réalité, plus complexes.

Le 9 juillet 1908, guidé par M. Rieuf, j'ai observé ce qui suit :

Une montagne, dite de Sainte-Madeleine, se dresse en aval et à 2^{km} au sud de Massiac, chef-lieu de canton de l'arrondissement de Saint-Flour (Cantal). Elle est délimitée au Nord par le ruisseau de Montgon, au Sud par le ravin de Vialle-Chalet et à l'Ouest par l'Allagnon, rivière qui naît au cœur du volcan du Cantal et se jette dans l'Allier. L'altitude du sommet de la montagne est de 700^{m}. Elle porte à son extrémité la chapelle de Sainte-Madeleine et sur sa croupe le village de Chalet.

La Carte de Fouqué y figure simplement, sur un socle de gneiss, une coulée de basalte du Pliocène supérieur.

Or voici ce que j'y ai constaté :

La base de la montagne est, en effet, formée de gneiss.

Plus haut vient une zone d'éboulis masquant la roche en place. A la même altitude, sur la montagne de Saint-Victor, qui fait face à celle de Sainte-Madeleine, sur l'autre rive de l'Allagnon, existent des calcaires à *Potamides Lamarckii* Br. et à *Cyrena semistriata* Desh. que je n'ai pas retrouvés ici, bien qu'on m'ait donné l'assurance qu'ils y existent.

Au-dessus des éboulis, au sud du village de Chalet, apparaît une argile à grains de quartz, grise, jaune ou rousse, d'une puissance visible de 4^{m}. Je n'ai pu vérifier sur quelle formation elle repose.

Cette argile est recouverte par une première coulée de basalte, qui forme tout le couronnement de la montagne, moins l'éperon terminal de Sainte-Madeleine. Le contact des argiles et du basalte, qui se fait par des wackes, est des plus nets.

Je crois certain que l'argile représente ici le sédiment d'une ancienne rivière dans le lit de laquelle a coulé le basalte. C'est l'exacte reproduction des coupes classiques du Miocène supérieur des environs d'Aurillac, à l'ouest du Cantal.

A l'extrémité de l'éperon terminal, au pied de la chapelle de Sainte-Madeleine, ce basalte inférieur est recouvert d'une couche de cailloux roulés, enfumés, impressionnés dans du sable de rivière, composés en grande partie de basalte, et identiques d'aspect avec les alluvions fluviatiles pliocènes qu'on remarque entre la brèche andésitique et le basalte des plateaux de plusieurs localités du Cantal, notamment à Carlat, dans la vallée d'Embarre, au Chaylar et à Joursac, dans celle de l'Allagnon.

Sur ces graviers repose une seconde coulée de basalte, qui comble, en quelque sorte, une dépression creusée dans la première par l'érosion pliocène. C'est cette petite nappe de basalte qui forme l'éperon terminal de la montagne et porte la chapelle.

Enfin, sur tout le sommet de la montagne, chevauchant les deux basaltes, s'étend un cailloutis de quartz enfumé dont plusieurs fragments semblent avoir été utilisés par l'homme préhistorique.

Dans l'argile à sable quartzeux sur laquelle repose le basalte inférieur, que je considère comme lui étant synchronique, un habitant de Chalet, M. Barthomeuf, en faisant défoncer sa vigne, a trouvé, en 1906, plusieurs ossements indéterminables et une dent d'Équidé que M. Rieuf m'a fait voir à cette époque et dans laquelle j'ai reconnu une molaire supérieure gauche d'*Hipparion gracile* Kaup.

La haute autorité paléontologique de M. Depéret, à qui j'ai communiqué deux photographies et un moulage de ce fossile, en a confirmé la détermination.

Je résume la coupe dont je viens d'exposer les éléments :

Coupe de la montagne de Sainte-Madeleine, près de Massiac (Cantal).

7. Cailloutis de quartz enfumé.
6. Basalte du Pliocène supérieur.
5. Graviers sous-basaltiques pliocènes.
4. Basalte du Miocène supérieur.
3. Argiles à *Hipparion gracile*.
2. ?
1. Gneiss.

Et de cette coupe je tire les conclusions qui suivent :

1° Le petit groupe autonome des volcans des environs de Massiac a eu deux périodes, au moins, d'activité éruptive.

2° Il a émis des basaltes inférieurs qui ont coulé dans le lit de rivières contemporaines de la faune à *Hipparion gracile*, c'est-à-dire remontant au Miocène supérieur ou Pontien. Ce fait n'avait pas été signalé, à ma connaissance, jusqu'ici.

3° Il a émis des basaltes supérieurs que la conservation de leurs appareils de sortie et leur position au sommet des plateaux semblent rattacher légitimement au Pliocène supérieur.

4° S'étendant du Miocène supérieur au Pliocène supérieur, la durée de la période éruptive du groupe de volcans des environs de Massiac a été égale à celle des grands volcans du mont Dore et du Cézallier, qu'il prolonge.

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence d'une nappe de charriage dans le nord-est de l'Algérie.* Note de M. **L. Joleaud**, présentée par M. H. Douvillé.

Au cours de nos dernières études géologiques dans le nord-est de l'Algérie, nous avons constaté l'existence d'une importante *nappe de charriage* s'étendant dans une grande partie de la zone située à l'est et au nord de Constantine, depuis El Aria jusqu'au delà des gorges de l'oued el Kebir [1].

---

[1] M. Gentil (*Comptes rendus*, 30 mars 1908) vient de signaler des faits analogues dans le nord-ouest de l'Oranie.

La région de Constantine nous a présenté deux séries de facies pour chacun des étages du Crétacé, de l'Éocène inférieur et moyen, l'une (*série* A) principalement calcaire et néritique, l'autre (*série* B) surtout marneuse et bathyale [1]. Ces terrains constituent *un éventail composé de deux faisceaux de plis dirigés de l'OSO à l'ENE*, celui du NO légèrement déversé au NO, celui du SE légèrement déversé au SE. Les anticlinaux ont généralement leur axe effondré : leurs retombées, restées seules en surélévation, sont formées par des roches calcaires crétacées présentant les divers facies du Crétacé inférieur et moyen de la série B. Ces roches offrent un plongement *périclinal*, quand leurs bords ne correspondent pas à d'importantes failles. Dans ce dernier cas, les poussées tangentielles, postérieures à la production de la faille, ont déterminé le reploiement des couches vers les voûtes affaissées : aussi ces failles périphériques ont-elles pris l'allure de plis-failles, et les flancs des plis, celle d'anticlinaux complets. Les mêmes poussées tangentielles ont fait se développer un régime de *plis imbriqués* dans les marnes et les calcaires marneux du Crétacé supérieur et de l'Éocène de la série B, soit sur l'emplacement des axes effondrés, soit en flanc des témoins calcaires restés en surélévation. Les mouvement tectoniques qui se sont alors produits paraissent avoir été considérables, car ils ont déterminé l'étirement des assises triasiques dans les plis nouvellement formés. Le Trias a même chevauché sur la retombée des calcaires de l'Akhal et du Kheneg, sur les bords de la voûte effondrée qui sépare ces montagnes, tandis que, dans le milieu de celle-ci, des lambeaux d'Éocrétacé (Kef beni Hamza, Bir el Mentene), apparaissant à la faveur de dislocations secondaires, ont aussi leurs strates recouvertes par du Trias. Ces chevauchements des argiles triasiques sur les calcaires des massifs crétacés paraissent simplement dus à l'hétérogénéité de masses sédimentaires soumises, alternativement, à l'action de l'érosion et des poussées tangentielles.

Un grand pli, formé par les marnes et les marno-calcaires du Crétacé, de l'Éocène inférieur et moyen de la série A, a été charrié, vers le Sud, sur les terrains de même âge, mais de facies différents, qui occupaient la partie nord des monts de Constantine.

Au sud-ouest du djebel Ouach, depuis l'oued Zied jusqu'à El Aria, sur 16^{km}, un important secteur de ce pli couché, séparé de sa racine, repose sur le Campanien à Thécidées. Un peu plus au Sud, un petit témoin isolé du même pli, le *lambeau de recouvrement* crétacé et éocène du sud du Mansoura, est superposé à l'anticlinal triasique et sénonien du Bon Pasteur. A la même latitude et à 27^{km} à l'Ouest, au sud de l'Akhal, un autre paquet marneux, comprenant surtout du Barrémien, vient en discordance sur le Néocomien dolomitique et le Sénonien. La zone sur laquelle s'est étendu ce chevauchement paraît limitée, au Sud, par une ligne sinueuse OE passant par l'Akhal et El Aria. Plus au Nord, les facies de la série B apparaissent, dans une sorte de *fenêtre*, à l'Akhal, au Kef beni Hamza, au Kheneg, au Bergli, au Kelal, au Sala, au Sidi Mcid. Au nord-est de ce dernier rocher, le pli couché de l'Ouach, *replié*

---

(1) L. Joleaud, *Comptes rendus*, 1er juin 1908.

en cascades, et légèrement dévié, dessine des boucles très réduites, orientées NO-SE. Ces boucles ont été transformées en *plis imbriqués*, par des *plis-failles*, le long desquels sont alignés des *lambeaux de poussée* de calcaires ou de grès, permiens, liasiques, suessoniens, etc. Toutes ces roches émergent, comme des *klippes*, au milieu des marnes du chevauchement. Ce dernier a été faiblement *replissé*: il forme, par exemple, entre Sidi Meid et la Pépinière du djebel Ouach, un large anticlinal dirigé SO-NE, à léger plongement périclinal.

Malgré leur caractère nettement transgressif, le Sénonien, l'Éocène inférieur et moyen de la série B ne semblent pas avoir été précédés par des mouvements tectoniques ayant un caractère général, car sur nombre de points on observe la superposition concordante de ces divers étages, au-dessus de sédiments plus anciens. Par contre, l'Éocène supérieur est toujours indépendant des dépôts antérieurs; dans le djebel Ouach, il repose même sur les terrains charriés. Les principaux plissements de la région se sont produits à partir de l'Éocène moyen; le chevauchement de grands plis couchés semble d'ailleurs y dater de la fin de l'Éocène moyen. Les grès de l'Éocène supérieur de l'Ouach dessinent, à leur tour, des ondulations SE-NE, orientées comme les plis du substratum et, aussi, comme les replis secondaires de la nappe de recouvrement. Ces ondulations témoignent des efforts orogéniques post-lutétiens qui ont affecté la contrée. La série des discordances observées de l'Oligocène et du Miocène permet de penser que des mouvements tectoniques ont continué à se produire dans le nord-est de l'Algérie, jusqu'au Pliocène.

M. **Robrigue Goliesco** adresse deux Mémoires *Sur le mécanisme et le mouvement dynamique du vol des volatiles*.

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 SEPTEMBRE 1908.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** donne lecture de la lettre suivante :

Monsieur le Président,

J'ai l'honneur de vous informer que mon père a désiré laisser à l'Académie des Sciences la somme de cent mille francs. Voici d'ailleurs dans quels termes il a constitué ce legs :

« Je lègue à l'Académie des Sciences de l'Institut de France la somme de cent mille francs, en mémoire de mon grand-père et de mon père, membres comme moi de cette Académie; je lui laisse le soin de décider le meilleur usage qu'elle pourra faire des arrérages de ce capital, soit pour établir une fondation ou un prix, soit dans la manière dont elle distribuera périodiquement les arrérages dans le but de favoriser les progrès des sciences. »

Permettez-moi, Monsieur le Président, de vous dire que je suis de grand cœur en harmonie avec la volonté de mon père en ce qui concerne ce legs, et j'exprime le vœu que cette donation puisse contribuer à l'avancement des sciences.

Je vous prie, Monsieur le Président, de vouloir bien agréer l'expression de mes sentiments les plus respectueux et les plus dévoués.

Jean Becquerel.

M. le **Président**, après lecture de la lettre de M. *Jean Becquerel*, prononce l'allocution suivante :

Mes chers Confrères, votre émotion est certainement celle que j'ai ressentie quand j'ai lu cette lettre pour la première fois. Vous admirez l'âme généreuse, la noblesse et la hauteur des sentiments de notre Confrère. Henri Becquerel avait un culte fait d'amour et de respect pour la Science, pour l'Académie, pour le nom illustre qu'il avait reçu et qu'il transmet glorieux. Il a jeté dans le monde des découvertes qui ont été et qui seront pendant des siècles génératrices de découvertes. Sa piété filiale les rattachait à l'œuvre de son père et de son grand-père: C'est en leur nom commun qu'il confie à l'Académie le soin d'écarter les obstacles qui barrent souvent la route aux travailleurs.

Il a voulu, par sa munificence, que, pendant un avenir indéfini, les hommes de Science pussent librement s'engager dans les voies du progrès, sous l'égide de l'Académie, en invoquant le nom des Becquerel.

Vous m'autoriserez à exprimer au fils qui s'associe si noblement à cette libéralité les sentiments d'admiration, de respect et de gratitude qu'elle nous inspire.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Détermination des systèmes triples orthogonaux qui comprennent une famille de cyclides de Dupin et, plus généralement, une famille de surfaces à lignes de courbure planes dans les deux systèmes.* Note de M. **Gaston Darboux**.

Dans un des derniers numéros des *Comptes rendus* (séance du 3 août 1908, p. 296) un jeune géomètre, M. Haag, a donné une élégante construction d'un système triple orthogonal dont M. E. Cosserat avait, le premier, signalé l'existence; ce système est engendré par une cyclide de Dupin qui se meut dans l'espace en demeurant invariable de forme et de dimensions. Cette recherche particulière m'a donné l'idée d'étudier une question plus générale et d'essayer de déterminer tous les systèmes triples orthogonaux dont une famille au moins est composée de cyclides de Dupin, celles-ci n'étant plus assujetties à demeurer toujours égales à elles-mêmes.

L'intérêt que présente cette étude est plus grand qu'on ne serait tenté de le croire au premier abord; elle nous conduira, on le verra plus loin, à la détermination de tous les systèmes triples orthogonaux qui comprennent une famille de surfaces à lignes de courbure planes dans les deux systèmes.

Considérons les deux courbes du second degré qui sont focales l'une de l'autre et sont définies par les équations

$$(1) \qquad \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1, \qquad z = 0,$$

$$(2) \qquad \frac{x^2}{c^2} - \frac{z^2}{b^2} = 1, \qquad y = 0,$$

c étant liée à a et à b par la relation

$$(3) \qquad c^2 = a^2 - b^2.$$

Il y a, comme on sait, une famille de cyclides parallèles dont les normales rencontrent les deux courbes.

La plus générale d'entre elles est l'enveloppe, soit de la sphère (S) définie par l'équation

$$(4) \qquad x^2 + y^2 + z^2 - 2(ax + ck)\cos\varphi - 2by\sin\varphi + b^2 - k^2 = 0,$$

soit de la sphère (S_1) définie par l'équation

$$(5) \qquad x^2 + y^2 + z^2 - 2(cx + ak)\cos\varphi_1 - 2biy\sin\varphi_1 - b^2 - k^2 = 0.$$

Les centres de ces deux sphères sont les centres de courbure principaux de la cyclide, c'est-à-dire les points où la normale à la surface rencontre les deux coniques focales. Leurs rayons sont les rayons de courbure principaux. Ils ont pour expressions

$$(6) \qquad \left\{ \begin{aligned} R &= c\cos\varphi + k, \\ R_1 &= a\cos\varphi_1 + k. \end{aligned} \right.$$

Les coordonnées d'un point de la cyclide sont données par les formules

$$(7) \qquad \left\{ \begin{aligned} x &= \frac{\dfrac{a}{R}\cos\varphi - \dfrac{c}{R_1}\cos\varphi_1}{\dfrac{1}{R} - \dfrac{1}{R_1}}, \\ y &= \frac{\dfrac{b}{R}\sin\varphi}{\dfrac{1}{R} - \dfrac{1}{R_1}}, \\ z &= \frac{-\dfrac{bi}{R_1}\sin\varphi_1}{\dfrac{1}{R} - \dfrac{1}{R_1}}, \end{aligned} \right.$$



et son élément linéaire a pour expression

$$(8) \qquad ds^2 = \frac{b^2}{\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_1}\right)^2}\left(\frac{d\varphi^2}{R^2} - \frac{d\varphi_1^2}{R_1^2}\right),$$

ce qui est bien d'accord avec les notions acquises sur l'élément linéaire d'une surface rapportée à deux séries de cercles géodésiques orthogonaux.

Remarquons une fois pour toutes que, pour faire disparaître toute apparence d'imaginarité, il suffirait de remplacer φ_1 par $i\varphi_1$.

Après ces remarques préliminaires, arrivons au problème que nous avons en vue et proposons-nous de déterminer tous les systèmes triples orthogonaux qui comprennent une famille de cyclides.

Voici d'abord une méthode à laquelle on pourrait songer. Considérons une surface dont l'équation dépende de N paramètres. Pour obtenir la famille la plus générale formée avec de telles surfaces, il suffit de supposer que N — 1 de ces paramètres sont fonctions de celui qu'on aura exclu. Cette famille dépendra donc de N — 1 fonctions *d'une seule variable*. En exprimant qu'elle satisfait à l'équation aux dérivées partielles du troisième ordre qui caractérise les familles de Lamé, on aura les conditions nécessaires et suffisantes auxquelles doivent satisfaire les N — 1 fonctions. Ces conditions, qui contiennent les dérivées premières des fonctions, pourront d'ailleurs être incompatibles.

Cette méthode, qui pourra être d'une application difficile, offre l'avantage de donner des notions précises sur le degré de généralité de la solution. Cette solution, si elle existe, s'obtiendra en intégrant un système d'équations différentielles auxquelles devront satisfaire N — 1 fonctions d'une seule variable.

Quand on connaît les lignes de courbure de la surface considérée, il existe une autre méthode que j'ai déjà appliquée avec succès dans mon *Mémoire sur la théorie des coordonnées curvilignes et des systèmes orthogonaux* (*Annales de l'École Normale*, 1878) et qui conduit rapidement au but dans le cas présent. Voici en substance quelle est cette méthode. On prend les lignes de courbure (C) d'un seul système des surfaces (S) qui composent la famille et l'on exprime qu'on peut grouper ces lignes de courbure de manière à obtenir des surfaces normales aux diverses surfaces (S). D'après la réciproque du théorème de Dupin que j'ai établie en 1864, les conditions ainsi exprimées sont à la fois nécessaires et suffisantes.

Je n'entrerai pas ici dans le détail des calculs; mon Mémoire paraîtra

dans le Recueil de l'Académie. Je vais me borner à consigner le résultat de la recherche.

Les axes coordonnés auxquels sont rapportées les deux coniques focales de la cyclide forment évidemment un trièdre mobile (T). Je désigne par $\xi, \eta, \zeta, p, q, r$ les translations et les rotations infiniment petites de ce trièdre, qui sont évidemment des fonctions du paramètre ρ_2 de la famille. Les paramètres de forme a, b, c, k de la cyclide sont évidemment des fonctions de ρ_2. Je désignerai leurs dérivées par des lettres accentuées. Cela étant, on obtiendra les conditions suivantes :

$$(9) \quad \begin{cases} p = 0, \qquad c\zeta + akp = 0, \qquad aq - ckr = 0, \\ b^2 k\xi = acbb' + k^2(ac' - ca'). \end{cases}$$

La variable φ sera une fonction de ρ et de ρ_2, qui devra satisfaire à l'équation

$$(10) \qquad \frac{\partial \varphi}{\partial \rho_2} = -\frac{b\eta}{ck} + \frac{cb'}{bk} \sin\varphi.$$

La constante arbitraire introduite par l'intégration sera le paramètre ρ d'une des familles du système triple.

On aura de même pour φ_1 l'équation

$$(11) \qquad \frac{\partial \varphi_1}{\partial \rho_2} = -\frac{bi\zeta}{ak} + \frac{ab'}{bk} \sin\varphi_1,$$

et ici la constante arbitraire introduite par l'intégration sera le paramètre ρ_1 de la troisième famille orthogonale.

La solution que nous obtenons est, on le voit, assez étendue. Les paramètres de forme de la cyclide, a, b, k, peuvent varier *comme on veut* et sont des fonctions quelconques de ρ_2. Quant au mouvement du trièdre (T), qu'on peut appeler le *trièdre principal* de la cyclide, il est assujetti seulement aux quatre conditions (10), de sorte qu'il dépend de *deux* fonctions arbitraires. Cela fait en tout cinq fonctions arbitraires ; mais, comme on peut remplacer ρ_2 par une fonction quelconque de ρ_2, on voit qu'il y a en réalité *quatre* fonctions distinctes dans la solution que nous obtenons. Or, la famille la plus générale de cyclides ne dépend que de huit fonctions arbitraires d'une variable. On ne pouvait guère s'attendre à un résultat aussi général.

Avant d'étudier cette solution, il est bon d'indiquer un cas dans lequel elle est en défaut. C'est celui où l'on a

$$k = 0.$$

Alors la quatrième équation (9) ne détermine plus ξ. Elle nous donne

$$b' = 0.$$

Les cyclides pour lesquelles la constante k est nulle se distinguent de toutes les autres en ce qu'elles ont *trois* plans de symétrie au lieu de deux seulement. Elles sont, par exemple, les inverses d'un cône de révolution par rapport à un pôle d'inversion pris dans le plan de symétrie du cône perpendiculaire à l'axe de révolution, ou les inverses d'un tore par rapport à un pôle pris sur la sphère qui a pour diamètre le segment intercepté par le tore sur son axe de révolution.

Dans ce cas spécial, les équations (9) nous donnent :

$$(12) \qquad p = 0, \qquad \eta = 0, \qquad \zeta = 0, \qquad b' = 0,$$

et les équations (10) et (11) se transforment dans les suivantes:

$$(13) \qquad \begin{cases} \dfrac{\partial \varphi}{\partial \rho_2} = -\dfrac{br}{a} + \dfrac{\xi}{a}\sin\varphi, \\[2ex] \dfrac{\partial \varphi_1}{\partial \rho_2} = \dfrac{biq}{c} \quad + \dfrac{\xi}{c}\sin\varphi_1. \end{cases}$$

L'interprétation géométrique de la solution est d'ailleurs très simple. D'après les formules (12), tout point du plan des yz du trièdre (T) a sa vitesse perpendiculaire à ce plan. Ce plan roule donc sans glisser sur une développable quelconque, et le centre commun de l'ellipse et de l'hyperbole focales décrit une des trajectoires orthogonales de ce plan. Les tangentes de cette courbe sont les différentes positions de l'axe focal commun aux deux coniques. Les deux axes non focaux enveloppent deux développées de la courbe. Nous obtenons ainsi la généralisation de la proposition signalée par M. Haag dans le cas spécial où la cyclide demeure invariable de forme.

Remarquons encore que les quatre points doubles de la cyclide décrivent des trajectoires orthogonales du plan des yz.

HISTOLOGIE. — *Sur quelques formes mixtes d'altérations nucléaires.* Note de M. **Joannes Chatin**.

Nos connaissances sur le noyau de la cellule ont progressé fort lentement : sa première mention semble dater de 1781 et être due à Fontana, qui le représente « comme un corps ovoïde avec une ou plusieurs taches claires en

son milieu ». Cette conception simpliste se maintint durant plus d'un siècle, car, en 1882, nous voyons Hanstein se borner à présenter le noyau comme un corps *énigmatique*.

Ce fut donc très laborieusement, en s'aidant des perfectionnements apportés à l'instrumentation et des progrès de la technique, qu'on parvint à déceler les secrets de la structure du noyau. On dut alors reconnaître que le corpuscule ovoïde de Fontana représentait, dans la cellule et pour la cellule, un organe ou plutôt un appareil des plus complexes.

Après de minutieuses recherches et de nombreuses controverses, on réussit à scruter et à dénombrer ses diverses parties : membrane nucléaire, formation nucléinienne, nucléoles, pseudonucléoles, karyoplasma. Puis vint la discussion des faits relatifs à l'électivité spécifique et chromatique du noyau, avec l'analyse comparative de la longue chaîne des nucléines.

On voit que l'énigme de Hanstein ne fut pas facile à résoudre; elle provoqua une longue série d'efforts qui se succédèrent durant un quart de siècle et qui, seuls, permirent d'élucider les divers détails de la constitution, puis du fonctionnement du noyau.

Ce fut seulement après avoir ainsi édifié ce qui représentait, en quelque sorte, l'anatomie et la physiologie normales de l'appareil nucléaire qu'on put rationnellement tenter d'aborder ce qui avait trait à sa pathologie.

Au cours des multiples investigations dont je viens de résumer brièvement les principales étapes, on avait parfois noté des altérations nucléaires; mais ces observations demeuraient éparses et imprécises. Ce fut un de mes anciens élèves, le Dr Jean Maumus, qui, le premier, réussit à grouper, sous un petit nombre d'espèces principales, les diverses formes de dégénérescence nucléaire. Ce savant observateur en énumère cinq : 1° disparition simple du noyau; 2° caryolyse; 3° caryorhexie; 4° vacuolisation; 5° pycnose. Ces termes caractérisent suffisamment les modalités qu'ils représentent et dont on trouvera la description dans la Thèse du Dr Jean Maumus; j'ajoute que ces processus de dégénérescence sont d'autant plus intéressants qu'on peut les observer dans la cellule végétale comme dans la cellule animale.

Mais nous savons qu'en Biologie il n'y a pas de distinctions immuables : les types que nous énumérons et que nous sérions, pour la clarté de nos exposés ou pour l'enchaînement de nos recherches, sont rarement séparés d'une façon absolue; en réalité, ils se trouvent presque toujours reliés par des états de passage ou par des formes mixtes. C'est précisément ce qui se produit ici, comme j'ai pu récemment le constater.

L'an dernier, dans une Communication présentée à l'Académie ([1]), j'ai montré que, dans les glandes nidoriennes de la Genette, le noyau disparaît par caryolyse. Cette conclusion était d'accord avec ce qui s'observe dans les glandes sébacées auxquelles se rattachent étroitement ces glandes nidoriennes, comme je l'ai montré antérieurement ([2]). Mais le fait est-il constant? Ne peut-il se modifier? Quelles formes revêt alors la dégénérescence nucléaire?

Pour répondre à ces questions, j'ai repris les mêmes recherches sur un type assez voisin, au double point de vue zoologique et sécrétoire, sur l'appareil nidorien de la Civette (*Viverra Civetta*). On sait que ce carnivore présente des glandes nidoriennes très développées dont le produit a tenu jadis une grande place dans l'ancienne matière médicale, qui employait ce *viverreum* comme antispasmodique.

La glande nidorienne de la Civette offre une structure assez complexe que j'ai décrite autrefois; aussi me bornerai-je à résumer ses modes de dégénérescence nucléaire : la caryolyse est encore ici fréquente; mais, dans certaines cellules, on constate que la fonte progressive de la chromatine, la désagrégation du réseau de linine, etc., sont souvent interrompues et traversées par des épisodes qui ne s'observaient pas chez la Genette; dans bien des cas, la masse nucléaire est ponctuée par de nombreuses vacuoles, de sorte qu'on est en présence d'une altération nucléaire tenant à la fois de la vacuolisation et de la caryolyse. Ailleurs, on voit la chromatine se réunir en une masse centrale d'où émergent quelques filaments, et l'on trouve ainsi rapprochées certaines phases de la pycnose et de la caryolyse. Ces exemples de modalités mixtes se multiplieront vraisemblablement avec les nouvelles et fécondes recherches qu'appelle encore le noyau considéré dans sa constitution et son fonctionnement, comme dans sa dégénérescence qui amène fatalement la mort de la cellule.

CORRESPONDANCE.

L'**Académie royale des Sciences exactes, physiques et naturelles de Madrid** adresse à l'Académie l'expression de ses sentiments de profonde sympathie à l'occasion des décès de M. *Henri Becquerel* et de M. *Mascart*.

([1]) *Comptes rendus*, séance du 2 septembre 1907.

([2]) *Annales des Sciences naturelles : Zoologie*, 1873-1874.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture des deux dépêches suivantes :

Guernesey, 5 septembre.

Temps très beau; partons aujourd'hui; tout bien.

Charcot.

Funchal (Madère), 1er septembre.

Tout bien; nous allons tous très bien à bord et la bonne entente règne partout.

Charcot.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Chronométrie; par J. Andrade.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète* 1908 *c*, *faites à l'Observatoire de Marseille avec l'équatorial d'Eichens* (0^m, 26 *d'ouverture*). Note de M. **Borrelly**, transmise par M. Baillaud.

Dates. 1908.	Étoile de comparaison.	Comète. — Étoile. Δα.	Δδ.	Nombre de comparaisons.
		m s	″	
Sept. 3	*a*	−4.19,04	+ 4.32,3	5:5
» 4	*b*	+3.36,62	−16.32,3	4:4
» 6	*c*	−1.48,15	− 2. 6,9	5:5
» 7	*d*	−5.40,30	+ 2.17,7	5:5
» 11	*e*	−1.22,13	− 2.55,7	6:6

Position des étoiles de comparaison.

★	Gr.	Ascension droite moyenne 1908,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1908,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a	8	3.23.24,82	+2,92	+67.16.15,5	−9,0	3795 An. de Vienne
b	7	3.12.17,35	+3,18	+68. 7.25,5	−8,5	3618 An. de Vienne
c	8	3. 8.52,28	+3,45	+69. 7. 9,4	−8,1	3559 An. de Vienne
d	9	3. 7.48,45	+3,61	+69.38.16,4	−8,0	3532 An. de Vienne
e	7,5	2.39.47,99	+4,48	+71.57.36,6	−5,8	3091 An. de Vienne

Positions apparentes de la comète.

Dates 1908.	Temps moyen de Marseille.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Sept. 3...	13.55.22	3.19. 8,70	$\bar{1}$,843 *n*	+67.20.38,8	0,881
» 4...	10.47.45	3.15.57,15	0,061 *n*	+67.50.44,7	0,207
» 6...	14.35. 4	3. 7. 7,58	$\bar{1}$,664 *n*	+69. 4.54,4	0,895
» 7...	14.39.46	3. 2.11,76	$\bar{1}$,607 *n*	+69.40.26,1	0,896
» 11...	8.42.16	2.38.30,34	0,141 *n*	+71.54.35,1	$\bar{1}$,985

Remarque. — Cette comète, découverte en Amérique le 1er septembre, a été trouvée aussi le 3 septembre à Marseille. Elle est de dixième grandeur; la faible condensation centrale est entourée d'une chevelure et une queue d'une dizaine de minutes est à l'opposé du Soleil.

ASTRONOMIE. — *Observation de la nouvelle comète* 1908 *c, faite à l'Observatoire de Besançon avec l'équatorial coudé.* Note de M. P. **Chofardet**, transmise par M. Baillaud.

Date. 1908.	★	Temps moyen de Besançon.	ΔR.	Δ℗.	Nombre de compar.
		h m s	m s	′ ″	
Sept. 5.........	*a*	12.45.14	−2. 8,98	−4.30,3	9 : 6

Position moyenne de l'étoile de comparaison pour 1908,0.

★	Gr.	Catalogue.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduct. au jour.
			h m s	s	° ′ ″	″
a....	10	Ano. rapp. à ★ *b*	3.13.56,59	+3,26	21.37.14,9	+ 8,4
b....	8-8	594 A.G. Christiania	3.22.24,66	»	21.36. 4,0	»

Position apparente de la comète.

Date. 1908.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Sept. 5............	3.11.50,87	$\bar{1}$,934 *n*	21.32.53,0	0,039

Remarque. — Cette comète, de neuvième grandeur, a une tête ronde, nébuleuse, de 2′,5 de diamètre, sans noyau bien défini. Une courte et vague queue prolonge la tête dans la direction SW.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la quadrique de Lie.* Note de M. A. DEMOULIN.

Conservant toutes les notations de notre Note du 24 août 1908, désignons par (M_α) et (M_β) les asymptotiques $\alpha = \text{const.}$ et $\beta = \text{const.}$ qui se croisent en M, et par t' et t leurs tangentes en ce point.

Lorsque M décrit (M_α), la tangente t engendre une surface réglée (Σ). Lorsque M décrit (M_β), la tangente t' engendre une surface réglée (Σ').

Soient Π le plan asymptote de (Σ) relatif à la génératrice t et d la caractéristique que ce plan admet lorsque t engendre (Σ); les droites d et t sont parallèles. Soient Π' le plan asymptote de (Σ') relatif à la génératrice t' et d' la caractéristique que ce plan admet lorsque t' engendre (Σ'); les droites d' et t' sont parallèles.

La droite m d'intersection des plans Π et Π' est parallèle au vecteur $(x''_{\alpha\beta}, y''_{\alpha\beta}, z''_{\alpha\beta})$ (1) et à la normale, en I, à la surface (I).

La demi-quadrique (Q) osculatrice à (Σ) suivant t et la demi-quadrique (Q') osculatrice à (Σ') suivant t' appartiennent à une même quadrique (L) (Sophus Lie). Les droites d et d' se coupent sur m au centre C de cette quadrique. Le segment MC est égal à $\frac{s}{k}$, s désignant la longueur du vecteur $(x''_{\alpha\beta}, y''_{\alpha\beta}, z''_{\alpha\beta})$. Si l'on désigne par $-P^2$ le produit des carrés des demi-axes de la *quadrique de Lie*, on peut écrire $\sqrt{P} = \frac{\partial}{k}$.

Les développables de la congruence engendrée par la droite m ont pour équation différentielle $r\,d\alpha^2 - r'\,d\beta^2 = 0$. Si rr' est $\neq 0$, elles découpent sur (M) un réseau conjugué.

Les foyers Φ et Φ' de la droite m divisent harmoniquement le segment MC et l'on a

$$M\Phi . M\Phi' = \frac{\varpi_1^2 \lambda_1^2}{P} \overline{MC}^2,$$

si l'on désigne par ϖ_1 la distance de l'origine au plan tangent à la surface (I) et par $-\lambda_1^{-2}$ la courbure totale de cette surface.

Pour que la quadrique de Lie soit un paraboloïde, il faut et il suffit que

(1) *Cette propriété appartient à tous les réseaux.* On déduit de là que, si k est $\neq 0$, les surfaces telles que (Σ) et (Σ'), relatives au réseau (α, β) tracé sur la surface (I), ont pour développables asymptotes des cônes dont les sommets sont à l'origine. La détermination des surfaces qui ont pour indicatrice de leur courbure totale une surface donnée revient à la détermination, sur cette surface, des réseaux jouissant de la propriété indiquée.

k soit nulle, c'est-à-dire que la surface (M) appartienne à la *première classe* (Darboux, *Leçons*, IIIe Partie, p. 368; IVe Partie, p. 512).

Le *paraboloïde de Lie* n'est de révolution que lorsque l'indicatrice (I) est une surface minima, les courbes du réseau (α, β) étant minima. Nous avons étudié, en 1902, dans les *Comptes rendus*, les surfaces jouissant de cette propriété.

Les surfaces pour lesquelles l'axe du paraboloïde de Lie a une direction constante possèdent les propriétés *caractéristiques* suivantes : 1° le produit $c\sqrt{l}$ est constant, c désignant le cosinus de l'angle que la normale en M fait avec une droite fixe (à laquelle est parallèle l'axe du paraboloïde); 2° la courbure totale du paraboloïde en son sommet est constante; 3° sur les surfaces telles que (Σ) et (Σ') la ligne flecnodale est tout entière à l'infini.

Ces surfaces ont été rencontrées par MM. Darboux (*Leçons*, IIIe Partie, p. 273) et Goursat (*loc. cit.*). On les obtient en posant $\theta_1 = \text{const.}$, $\theta_2 = \alpha + \beta$, $\theta_3 = f\alpha + \varphi\beta$. Chacune de leurs asymptotiques appartient par ses tangentes à un complexe linéaire.

Revenons au cas général et déterminons l'enveloppe de la quadrique (L). Si α varie seul, la quadrique (L) a pour caractéristique la génératrice t', comptée deux fois, et deux génératrices g'_1, g'_2 qui coupent t' aux points F'_1, F'_2. Si β varie seul, la caractéristique de (L) se compose de la génératrice t, comptée deux fois, et de deux génératrices g_1, g_2 qui coupent t aux points F_1, F_2. Soient M_1, M_2 les points d'intersection des droites g'_1, g'_2 avec g_1 et M_4, M_3 les points d'intersection des mêmes droites avec g_2. Il est clair que l'enveloppe de la quadrique (L) se compose de la surface (M) et des surfaces (M_1), (M_2), (M_3), (M_4), lieux des points M_1, M_2, M_3, M_4 (¹). On voit, en outre, que les plans des angles du quadrilatère $M_1M_2M_3M_4$ touchent leurs enveloppes aux sommets de ces angles.

Si g_2 coïncide avec g_1, les surfaces (M_4) et (M_3) coïncident respectivement avec (M_1) et (M_2). Lorsque β varie seul, les points M_1 et M_2 décrivent des asymptotiques dont les tangentes sont les droites g'_1 et g'_2. Dès lors, sur les surfaces (M_1) et (M_2) qui sont évidemment les focales de la congruence engendrée par la droite g_1, les lignes asymptotiques se correspondent.

Enfin, *il existe des surfaces pour lesquelles g_2 et g'_2 coïncident respectivement avec* g_1 et g'_1. Alors les surfaces (M_2), (M_3), (M_4) coïncident avec (M_1), et l'enveloppe de la quadrique (L) se réduit aux surfaces (M) et (M_1). Sur ces

(¹) Dans certains cas particuliers, quelques-unes de ces surfaces peuvent se réduire à des courbes ou à des points fixes.

surfaces, les lignes asymptotiques se correspondent et les tangentes, en M_1, aux lignes $\alpha = \text{const.}$, $\beta = \text{const.}$, sont respectivement les droites g_1, g'_1. On conclut de là que *les deux surfaces ont mêmes quadriques de Lie.*

Le centre C de la quadrique de Lie décrit, en général, une surface. Le plan tangent, en C, à cette surface passe par les milieux T, T' des segments F_1F_2, $F'_1F'_2$, et les droites CT, CT' sont respectivement tangentes, en C, aux courbes $\alpha = \text{const.}$, $\beta = \text{const.}$

Pour que les plans tangents en C et en M soient parallèles, il faut et il suffit que le produit des axes de la quadrique de Lie soit constant ou encore que, sur les surfaces (Σ) et les surfaces (Σ'), une des branches de la ligne flecnodale soit à l'infini.

Le point C ne décrit une courbe que dans le cas où la surface (M) est réglée.

Enfin, le point C peut être fixe, à distance finie ou infinie. Le cas où il est à l'infini a été examiné plus haut. S'il est à distance finie, prenons-le comme origine des coordonnées; alors le vecteur ($x''_{\alpha\beta}$, $y''_{\alpha\beta}$, $z''_{\alpha\beta}$) est parallèle au vecteur (x, y, z) et, en tenant compte de la propriété de l'équation (5) de notre Note du 24 août 1908, on trouve $\varpi\sqrt{\lambda} = \text{const.}$ Réciproquement, si $\varpi\sqrt{\lambda} = \text{const.}$, le point C est en O. En effet, en vertu de la propriété qui vient d'être invoquée, les vecteurs ($x''_{\alpha\beta}$, $y''_{\alpha\beta}$, $z''_{\alpha\beta}$), (x, y, z) sont parallèles et, par suite, MC passe par le point O. Ce point étant fixe appartient nécessairement aux caractéristiques d et d' des plans Π et Π', et, dès lors, le point C coïncide avec le point O.

M. Tzitzéica a étudié récemment (*Comptes rendus*, 1907 et 1908) les surfaces pour lesquelles $\varpi\sqrt{\lambda} = \text{const.}$ Je les désignerai par la lettre T. Avec cette notation, les résultats que nous venons d'établir peuvent être formulés comme il suit : *Pour qu'une surface soit* T, *relativement à un point* O, *il faut et il suffit que ses quadriques de Lie aient pour centres le point* O. Ce théorème s'applique à toutes les surfaces, réglées ou non : mais, dans le cas des surfaces réglées, il prend cette forme plus simple : *Pour qu'une surface réglée soit* T, *relativement à un point* O, *il faut et il suffit que ses quadriques osculatrices aient pour centre le point* O [1]. On déduit immédiatement de là que les

[1] Dans notre Note du 29 juin 1908, nous avons établi le théorème suivant : *Pour que les deux branches de la ligne flecnodale d'une surface réglée soient à l'infini, il faut et il suffit que ses quadriques osculatrices aient même centre.* En rapprochant ce théorème et le théorème énoncé dans le texte, on obtient la propriété caractéristique des surfaces T réglées que M. Tzitzéica a fait connaître dans sa Note du 9 décembre 1907.

surfaces (Σ) et les surfaces (Σ') attachées à une surface qui est T, relativement à un point O, sont elles-mêmes T, relativement au même point. Cette remarque a été faite par M. Tzitzéica, qui a, en outre, énoncé (*Comptes rendus*, 23 janvier 1908) une condition nécessaire et suffisante pour qu'une surface non réglée soit T. Cette condition se ramène aisément à celle qui a été obtenue plus haut.

AÉRONAUTIQUE. — *Le vol plané sans force motrice.* Note de M. **Ernest Esclangon**, transmise par M. P. Appell.

Le vol plané durant un temps indéfini et sans force motrice est-il possible? M. Marcel Deprez a montré, dans des Notes récentes ([1]) publiées aux *Comptes rendus*, que le vol plané de certains oiseaux pourrait s'expliquer aisément par le jeu des pressions de l'air sur les différentes parties du corps de l'oiseau, en supposant toutefois que l'air est animé d'une *vitesse ascendante*. Les observations météorologiques ne mettent pas en évidence de vitesse verticale de l'air continue et de même sens, même en moyenne et pendant un temps de quelque durée, mais il semble qu'on puisse généraliser la conclusion de M. Deprez, s'affranchir de l'hypothèse d'une vitesse ascendante et montrer que toute *variation géométrique* dans la vitesse du vent, par rapport à sa *vitesse horizontale moyenne*, peut être, en principe, utilisée comme force motrice par un oiseau planeur ou un aviateur.

Prenons en effet, comme système d'axes, un système animé d'un mouvement de translation horizontal et uniforme égal à la *vitesse horizontale moyenne* du vent, et étudions le mouvement d'un aviateur par rapport à ce système. Il est clair que c'est bien là le mouvement, c'est-à-dire le mouvement par rapport à l'air environnant, qui doit être envisagé dans le problème de l'aviation. En supposant l'axe Oz vertical et désignant par M la masse de l'aviateur, supposé dépourvu de toute source propre d'énergie, par z son altitude, on a, en appliquant le théorème des forces vives,

$$\sum \frac{mv^2}{2} + Mgz = \mathfrak{T}_r + \text{const.}, \tag{1}$$

$\mathfrak{T}_r$ désignant la somme des travaux des réactions de l'air sur les différentes parties de l'appareil.

([1]) *Comptes rendus*, 13 avril, 18 mai, 22 juin 1908.

Il est clair que, si $\mathcal{E}_r$ allait constamment en diminuant, l'aviateur ne saurait, en aucune manière, se maintenir indéfiniment dans l'atmosphère. Or on peut montrer que, quelles que soient la vitesse du vent et celle de l'aviateur à un instant donné, on peut imaginer pour l'aviateur, supposé de forme convenable, une orientation telle que le travail élémentaire de la réaction de l'air soit positif.

Soient, en effet, V_A le vecteur représentant la vitesse de l'aviateur, V_a le vecteur représentant la vitesse du vent et V_r le vecteur représentant la *vitesse relative de l'air par rapport à l'aviateur*; on a

$$(V_a) = (V_A) + (V_r). \tag{2}$$

Donnons aux trois vecteurs V_A, V_a, V_r une même origine O correspondant au centre d'un élément de surface de l'aviateur. On en conclut, en vertu de la relation géométrique (2), qu'on peut donner à l'élément de surface de l'aviateur une orientation telle que les trois vecteurs considérés soient d'*un même côté* par rapport à ce plan, et cela puisque les trois vecteurs V_A, V_a, V_r sont compris dans un angle moindre (au plus égal) que 180°. Or la réaction N de l'air, sur cet élément de plan, dépend *uniquement de* V_r; elle sera (au frottement près) dirigée suivant la normale au plan et du même côté que les trois vecteurs V_A, V_a, V_r. L'angle de V_A avec N étant aigu, le travail élémentaire de la réaction sera positif. Rien n'est plus facile de concevoir l'aviateur construit de façon que la somme algébrique de tous ces travaux élémentaires soit positive; la réaction de l'air deviendra ainsi agent moteur et l'énergie totale de l'aviateur croîtra. On peut remarquer de plus que la vitesse V_a sera toujours faible (puisqu'en définitive V_a est seulement la vitesse relative de l'air par rapport à sa vitesse horizontale moyenne); l'angle de V_A avec V_r restera voisin de 180°, de sorte que l'orientation à donner au plan de l'aviateur restera voisine d'une direction comprenant celle de sa vitesse propre. C'est pour cette raison, sans doute, que chez les oiseaux planeurs on n'observe ni déformation ni changement d'orientation brusques.

Le raisonnement précédent est toutefois en défaut dans les cas suivants : la vitesse V_a du vent a même direction que V_A, mais est de sens opposé, ou bien, si elle est de même sens, elle lui est inférieure en grandeur, ou enfin V_a est nulle. Mais outre que, dans ces cas, on pourrait toujours réduire le travail de la réaction au seul travail de frottement en orientant le plan de façon à comprendre la direction V_A; il faut remarquer, en outre, que ces circonstances sont nécessairement de très courte durée; le vent variant constamment de vitesse et V_a changeant continuellement d'orientation et de grandeur.

En définitive, on voit que *toutes les variations* (en grandeur et sens) de la vitesse du vent *par rapport à sa vitesse horizontale* peuvent être utilisées comme force motrice en augmentant l'énergie totale du système. Il reste toutefois à savoir si cet accroissement d'énergie peut être indifféremment transformé en accroissement de vitesse ou accroissement de hauteur, ou

plus généralement si l'énergie d'un aviateur peut indifféremment être transformée soit en énergie cinétique, soit en énergie potentielle d'altitude. C'est là une autre question que je n'envisage pas ici et qui paraît, du reste, comporter une réponse affirmative.

Il semble donc, en se bornant au seul point de vue auquel je viens de me placer, que si l'on veut réduire au minimum l'énergie propre nécessaire (et qui sera toujours indispensable) à la propulsion des aviateurs, il faudra aborder séparément les deux problèmes suivants :

1° Savoir transformer, au moins à certains moments et avec faible perte d'énergie, la vitesse en altitude et réciproquement;

2° Construire des aviateurs qui puissent s'adapter, ainsi que doivent le faire instinctivement les oiseaux, aux circonstances de chaque instant, de façon à utiliser à leur profit, à la façon qu'on vient d'indiquer, les variations continuelles de la vitesse du vent. La réalisation de cette dernière condition présentera incontestablement, au point de vue pratique, les plus grandes difficultés.

MINÉRALOGIE. — *Sur les cristaux liquides des éthers-sels de l'ergostérine.* Note de M. **Paul Gaubert**, présentée par M. A. Lacroix.

L'ergostérine, découverte et étudiée par M. C. Tanret[1], est un genre tout à fait particulier de cholestérine; aussi était-il intéressant de voir si ses composés possèdent les propriétés physiques remarquables de ceux de cette dernière : présenter entre certains intervalles de température une et même deux phases liquides biréfringentes (O. Lehmann).

Je dois à l'obligeance de M. C. Tanret quelques éthers-sels de ce corps, dont l'étude m'a fourni les résultats suivants :

Propionate d'ergostérine. — Alors que le propionate de cholestérine fournit un excellent exemple de cristaux liquides (O. Lehmann), le propionate d'ergostérine semble, au premier examen, ne pas présenter de phase liquide biréfringente; celle-ci existe cependant, mais les deux points de fusion sont si rapprochés l'un de l'autre que le liquide isotrope passe parfois directement en se refroidissant à la phase solide. En examinant les différentes plages d'une préparation microscopique, on n'observe en général de liquide cristallin que sur quelques plages, si la température est voisine du premier point de fusion, 150°. Celui-ci montre de petits cristaux à contour losangique s'éteignant suivant les diagonales, se déformant sous l'influence de la moindre action

(1) *Comptes rendus*, t. CVIII, 1889, p. 98, et t. CXLVII, 1908, p. 75.

exercée sur le couvre-objet, se fusionnant entre eux et coulant comme un liquide visqueux. Ils se transforment, dès que la température s'abaisse légèrement, en donnant des sphérolites solides.

L'addition à la préparation d'une petite quantité de para-azoxyphénétol permet de mettre facilement en évidence la phase liquide du propionate d'ergostérine. Ces deux substances fondues sont miscibles et possèdent les propriétés du mélange de propionate de cholestérine et de para-azoxyphénétol.

Les sphérolites obtenus par solidification du propionate d'ergostérine appartiennent à deux modifications : les uns sont peu biréfringents et leurs fibres sont à allongement négatif; les autres, très biréfringents, sont à allongement positif. Ni les uns ni les autres ne présentent les enroulements hélicoïdaux signalés dans une des formes du propionate de cholestérine par M. Wallerant [1].

Acétate d'ergostérine. — La phase liquide biréfringente, si facile à constater avec l'acétate de cholestérine, est encore plus difficile à mettre en évidence qu'avec le composé précédent. Il faut avoir recours à l'addition d'une petite quantité de para-azoxyphénétol.

Butyrate d'ergostérine. — Cet éther permet, contrairement aux deux sels qui viennent d'être examinés, d'observer très facilement les cristaux liquides, les deux points de fusion étant assez éloignés l'un de l'autre. Par refroidissement du liquide isotrope, il se produit d'abord de tout petits cristaux, prenant en peu de temps la forme de losanges plus ou moins allongés. Ceux-ci sont très biréfringents, s'éteignent suivant leurs diagonales. Parfois il se produit des plages ayant la forme de triangles isoscèles, montrant des extinctions roulantes et correspondant, par conséquent, à un fragment de sphérolite dont le centre serait sur le sommet opposé au petit côté qui est généralement courbe. Ces cristaux, beaucoup moins fluides que ceux du propionate, du benzoate et même du butyrate de cholestérine, conservent leur individualité si la préparation reste immobile; mais, sous une légère pression exercée sur le couvre-objet ou un déplacement de ce dernier, ils s'écrasent, coulent, se déforment, se soudent les uns aux autres pour ne former qu'une masse dont les molécules ont la même orientation optique. Autour d'une bulle d'air, ils se déforment de manière que l'ensemble des cristaux modifiés finit par donner une sorte de sphérolite ayant la bulle au centre. Les molécules s'orientent aussi de façon que la plaque montre un axe optique, mais beaucoup moins facilement que dans les composés de la cholestérine avec l'acide glycolique et la glycérine que j'ai autrefois étudiés [2].

Le butyrate de cholestérine donne, en se solidifiant, des sphérolites à allongement négatif, formés d'un grand nombre de cristaux liquides dont le contour est parfois encore visible après la solidification.

Le mélange de butyrate d'ergostérine et de para-azoxyphénétol donne les belles couleurs caractéristiques de quelques éthers de la cholestérine.

Composés de l'ergostérine avec l'acide glycolique et avec la glycérine. — L'ergostérine chauffée avec l'acide glycolique et avec la glycérine donne, comme la cholesté-

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 605.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 722.

rine, des composés montrant une phase liquide anisotrope, ayant les mêmes caractères que celle de ceux de cette dernière substance, mais les cristaux sont un peu moins plastiques. Quand l'acide glycolique ou la glycérine sont en excès, il y a production de sphérolites mous, discoïdes, lenticulaires ou vermiformes. Ils se distinguent de ceux des éthers correspondants de la cholestérine produits dans les mêmes conditions par leur instabilité et ne peuvent pas être du tout conservés à la température ordinaire.

Composés de la cholestérine et de l'ergostérine avec l'orcine. — La cholestérine et l'ergostérine chauffées avec l'orcine donnent chacune un composé dont l'existence n'a pas encore été signalée et intéressant, parce qu'il donne un liquide cristallin ayant les mêmes caractères que ceux du glycolate de ces deux corps.

Fongistérine. — J'ai examiné seulement les composés obtenus avec ce corps et l'acide glycolique, la glycérine et l'orcine. La phase liquide anatrope qu'ils présentent possède les mêmes caractères que celles des éthers correspondants de l'ergostérine.

En résumé : 1° les éthers de l'ergostérine présentent une phase liquide anisotrope, mais avec le propionate et l'acétate cette phase est assez difficile à mettre en évidence, contrairement à ce qui a lieu pour les mêmes éthers de la cholestérine; 2° les cristaux liquides des éthers de l'ergostérine sont plus visqueux que ceux des composés correspondants de la cholestérine, aussi sont-ils plus individualisés; 3° la cholestérine, l'ergostérine et la fongistérine chauffées avec l'orcine donnent un composé non encore signalé, donnant un liquide cristallin; 4° enfin, une goutte d'ergostérine et de fongistérine, solidifiée après fusion, sur une lame de verre, et recouverte d'un couvre-objet, ne donne, dans aucun cas, des sphérolites à enroulements hélicoïdaux, ce qui permet de distinguer facilement ces deux substances de la cholestérine et de la phytostérine.

PATHOLOGIE. — *La virulence des bacilles dans ses rapports avec la marche de la tuberculose pulmonaire.* Note de MM. **A. Rodet** et **P. Delanoë**, présentée par M. A. Chauveau.

La marche si variable de la tuberculose pulmonaire a-t-elle sa cause, unique ou principale, dans l'inégalité de résistance des sujets? Ne faut-il pas penser que, conformément à une loi absolument générale en Pathologie infectieuse expérimentale, un rôle important, sinon prépondérant, revient à l'inégale virulence des bacilles? Nous avons voulu apporter une contribution à ce problème en recueillant les bacilles chez le plus grand nombre possible de tuberculeux et en dosant leur virulence.

Nos recherches ont porté sur 28 malades, atteints des formes les plus diverses de

tuberculose pulmonaire, depuis les cas les plus aigus jusqu'aux formes les plus prolongées, tous porteurs de bacilles dans les crachats. Pour mesurer la virulence des bacilles, nous les avons d'abord obtenus en culture pure, après inoculation des crachats au cobaye, et nous avons injecté ces cultures, en quantité rigoureusement semblable, à des cobayes et à des lapins : les cobayes ont été généralement conservés jusqu'à leur mort, les lapins sacrifiés après 2 mois environ. Nous avons pu ainsi étudier complètement les bacilles de 26 malades sur 28. Dans deux cas, les crachats, quoique ayant donné un résultat positif à l'examen microscopique, n'ont pas tuberculisé le cobaye et n'ont déterminé chez lui que des lésions insignifiantes qui n'ont pas permis d'isoler le bacille.

Deux faits saillants ressortent de notre étude.

1. La virulence des divers bacilles s'est montrée très inégale. Sur le lapin, conformément aux résultats classiques jadis obtenus par M. Arloing avec les tuberculoses chirurgicales, les différences ont été très tranchées, permettant d'établir une échelle de virulence, depuis les bacilles déterminant dans cette espèce à la fois des lésions locales et de graves lésions pulmonaires, jusqu'à ceux qui ne provoquent pas même de lésions locales, tout en étant susceptibles de tuberculiser le cobaye. Sur le cobaye, les bacilles se sont encore distingués nettement les uns des autres par la rapidité de l'infection.

Le parallélisme entre la virulence de nos bacilles pour le cobaye et leur virulence pour le lapin n'est pas absolu; il n'est cependant pas complètement en défaut. Les deux échelles de virulence concordent presque absolument dans les degrés extrêmes; ceux de nos bacilles qui ont été les plus virulents pour le lapin ont été aussi, sauf un, d'activité maxima pour le cobaye; les bacilles sans action sur le lapin ont tous présenté le minimum d'activité pour le cobaye. La concordance est très inconstante dans les degrés intermédiaires.

2. Les bacilles étant classés, soit d'après leur aptitude à tuberculiser le lapin, soit d'après la moyenne de leur activité pour les deux espèces, nous constatons une relation manifeste entre leur virulence et la marche des cas d'où ils proviennent. La concordance est à peu près parfaite, si l'on considère les degrés extrêmes de l'échelle : aux bacilles occupant le premier degré dans l'échelle de virulence moyenne correspondent presque uniquement des formes très aiguës (tuberculose amenant la mort en quelques mois); aux bacilles de très faible activité pour le cobaye et sans action sur le lapin correspondent exclusivement des formes très prolongées. Pour les bacilles occupant les degrés intermédiaires de l'échelle de virulence, la concordance est moins rigoureuse, tout en se retrouvant dans nombre de cas.

L'interprétation la plus simple de ces faits, qui est aussi la plus probable,

d'après certaines données générales et d'après quelques-uns eux-mêmes des cas de notre étude, c'est que le bacille, avec son degré de virulence, entre comme facteur important dans le déterminisme de la gravité de l'affection qu'il cause. Et nous pensons pouvoir formuler comme suit les enseignements qui se dégagent de nos recherches :

L'organisme humain, attaqué par un bacille tuberculeux très actif, subit presque toujours une infection à marche rapide; contre les bacilles très virulents (du moins reçus en quantité suffisante et par une voie favorable), il ne sait pas se défendre efficacement.

Sous l'action d'un bacille peu virulent, au contraire, il ne réalise jamais que des infections chroniques.

C'est en présence des bacilles de virulence moyenne que s'accusent les différences individuelles.

En fin de compte, pour expliquer la marche si variable de la tuberculose pulmonaire, il ne suffit pas d'invoquer la résistance individuelle, l'inégalité du terrain; il est nécessaire de faire la part la plus large à la virulence du bacille infectant. Et, si l'on songe en outre à l'influence du nombre des bacilles, de la répétition des infections, à l'influence aussi de l'état d'immunité qui peut succéder à une première atteinte, simulant une résistance initiale, il paraît permis de conclure que, en matière d'évolution de la tuberculose pulmonaire, le facteur *virulence* prime le facteur *prédisposition*.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Sur l'intra-dermo-réaction à la tuberculine chez les animaux*. Note de MM. **G. Moussu** et **Ch. Mantoux**, présentée par M. Bouchard.

Sous le nom d'*intra-dermo-réaction* à la tuberculine, l'un de nous a désigné l'épreuve qui consiste à injecter dans l'épaisseur de la peau une quantité dosée de tuberculine. Chez l'espèce humaine, à la dose de $\frac{1}{100}$ de milligramme de tuberculine, les résultats de cette injection ont été absolument démonstratifs pour les cas de tuberculose latente ou douteuse (¹).

Chez les animaux, la méthode est applicable à toutes les espèces domestiques et ses résultats positifs sont caractérisés par des signes facilement appréciables.

(¹) Ch. Mantoux, *Intra-dermo-réaction à la tuberculine* (*Comptes rendus*, 10 août 1908).

Chez les sujets de l'espèce bovine atteints de tuberculose avérée, de tuberculose douteuse ou de tuberculose latente, l'injection intra-dermique de 1cg de tuberculine détermine, dans le délai de 48 heures, l'apparition d'une plaque œdémateuse circulaire dont les dimensions varient de celles d'une pièce de cinq francs à celles de la paume de la main, et dont l'appréciation à la vue et au toucher reste toujours d'une extrême facilité.

Pratiquée dans l'épaisseur d'un pli sous-caudal, région que nous considérons comme la région d'élection par excellence pour cette épreuve, cette injection intra-dermique, faite sans aucune manœuvre préliminaire, donne dans les cas de réaction positive une infiltration œdémateuse locale qui double, triple ou quadruple l'épaisseur normale du pli. Cette réaction locale prend assez souvent l'aspect d'un renflement du volume d'une amande ou d'une noix, et, par comparaison avec le pli sous-caudal symétrique, la différence peut être enregistrée par les personnes les moins averties.

Cette intra-dermo-réaction ne provoque pas de poussée thermique générale, ne trouble pas l'état de santé des sujets, ne provoque pas ou peu de perte de lait chez les laitières, peut en somme se faire sans que le mode d'utilisation des animaux soit en rien modifié.

Elle a les avantages de l'injection sous-cutanée de tuberculine sans en présenter les nombreux inconvénients (immobilisation des sujets à éprouver, prises multiples de température, pertes de lait ou de travail, danger des poussées de généralisation tuberculeuse, etc.); elle n'expose pas aux mêmes erreurs que l'ophtalmo- ou la cuti-réaction et nous semble devoir être la méthode de choix de l'avenir pour la recherche des cas de tuberculose cachée chez les animaux de l'espèce bovine.

Chez les animaux sains, l'injection intra-dermique reste toujours sans effets.

Chez les animaux de l'espèce caprine, la recherche de cas douteux de tuberculose peut être exécutée exactement comme chez les Bovidés et avec des résultats absolument identiques.

Les cas de tuberculose expérimentale, par bacilles bovins ou bacilles humains, provoquent des réactions locales identiques à celles provoquées par les cas de tuberculose naturelle. Il en est de même chez les animaux de l'espèce ovine.

Chez les sujets de l'espèce porcine, pour lesquels on n'avait pas encore trouvé de méthode pratique de recherche de la tuberculose, l'intra-dermo-réaction est d'une application aussi facile que chez les Bovidés et se montre encore aussi certaine dans ses résultats.

Pratiquée vers la base de l'oreille, l'injection intra-dermique donne lieu, dans les cas positifs, à une réaction locale très visible qui apparaît dans les

heures qui suivent l'inoculation et atteint son acmé en 36 à 48 heures. Cette réaction se traduit par la formation d'une plaque d'œdème en forme de macaron, avec, à sa partie centrale, une tache hémorragique qui est successivement rouge vif, rouge brun, rouge violacé, puis noirâtre. La résorption et la disparition de la plaque d'œdème se fait progressivement à dater du troisième jour; mais la plaque hémorragique persiste de 10 à 15 jours.

Chez les animaux non tuberculeux, la même injection reste sans effets.

L'appréciation de la réaction positive est d'une extrême facilité, elle saute aux yeux.

Il y a là, pour les animaux de l'espèce porcine, un procédé tout nouveau, qui est appelé à rendre de très grands services dans les exploitations d'élevage en grand, puisque aucune des méthodes jusqu'ici utilisées n'avait réellement de valeur pratique.

L'épreuve de l'intra-dermo-réaction ne gêne pas les effets d'une injection sous-cutanée de tuberculine pratiquée dans les jours qui suivent; par contre, l'injection sous-cutanée (qui correspond à une dose massive si on la compare à celle utilisée dans l'intra-dermo) entrave l'évolution de la réaction locale lorsque cette intra-dermo-réaction est cherchée à la suite de l'injection sous-cutanée.

En résumé, la recherche de l'intra-dermo-réaction à la tuberculine nous paraît plus simple, plus pratique, moins dangereuse dans ses effets ultérieurs que l'injection sous-cutanée, dont elle conserve cependant tous les avantages. Elle n'a pas les inconvénients des ophtalmo- et cuti-réactions et n'expose pas aux mêmes erreurs.

C'est une méthode qui nous semble devoir se substituer aux autres.

PHYSIOLOGIE. — *Sur quelques propriétés physiologiques des muscles des Invertébrés.* Note de M. **Jan Sosnowski**, transmise par M. Yves Delage.

Pendant mon séjour à la station biologique de Roscoff j'ai eu l'occasion d'étudier quelques propriétés physiologiques des muscles des Invertébrés. Mes observations portent surtout sur *Mya arenaria* et *Sipunculus nudus*; j'ai fait aussi quelques expériences sur les muscles de *Phascolosoma* et de *Mytilus*. Pour enregistrer les courbes j'ai employé un simple myographe à poids et un signal électromagnétique de Desprez. J'ai excité toujours avec la bobine

d'induction (grand modèle de Ch.-Verdin); comme source d'électricité je me suis servi d'une batterie d'éléments de Leclanché, dont le voltage était à peu près égal à 12 volts. L'intensité du courant dans la bobine primaire était 40 milliampères (la résistance des piles était très grande). Les électrodes étaient toujours en fil de platine, enveloppé dans une couche de ouate mouillée d'eau de mer pour protéger le tissu musculaire contre l'alcali et l'acide qui se développent à la surface des électrodes métalliques.

La propriété la plus remarquable de tous les muscles étudiés par moi, c'est leur fatigabilité rapide; il suffit d'exciter une fois un muscle pour qu'il se fatigue et pour que, dans l'espace de plusieurs secondes, la contraction suivante soit très affaiblie. Si les excitations se répètent en rythme de plusieurs secondes, les contractions disparaissent bientôt; le nombre des contractions dépend des intervalles entre elles.

Un siphon séparé de *Mya*, chargé de 50^g; le seuil d'excitabilité, 95^{mm}. Excitations en rythme de 5 secondes avec la bobine mise à 115^{mm}. La première secousse produit une élévation de la courbe égale à 9^{mm}, la seconde 6^{mm}. Pendant la septième contraction, l'élévation de la courbe atteint son maximum; ensuite le muscle s'allonge peu à peu et répond seulement à treize secousses.

Il est très facile de démontrer qu'il s'agit ici de la fatigue de l'excitabilité, pas de contractilité : si nous avons un muscle de *Mya* qui ne répond plus aux excitations électriques, les excitations mécaniques ne tardent pas à produire une contraction violente. Pendant la durée de l'excitation mécanique et de la contraction le muscle se repose et, bien que raccourci, cesse d'être réfractaire aux secousses électriques. Je crois que nous avons ici des phénomènes du même ordre que ceux décrits par Jennings (1) sous le nom *acclimatization to stimuli*.

Les excitations électriques très faibles, qui ne produisent aucune contraction musculaire, sont suffisantes pour fatiguer le muscle, c'est-à-dire pour élever le seuil de l'excitabilité.

Pendant la tétanisation, le muscle se fatigue très rapidement et alors commence à s'allonger, ce qu'a vu et décrit de Varigny (2), sans cependant donner une explication exacte de ce phénomène.

Si le muscle est déjà assez fortement fatigué, la cessation d'excitation ne produit aucun effet sur la courbe musculaire; dans le cas contraire, le

---

(1) Jennings, *Behaviour of the lower organisms*, 1906.

(2) *Arch. de Zool. exper.*, 3e série, t. III, Suppl.

muscle s'allonge plus vite qu'auparavant. Si les excitations ne sont pas suffisamment fréquentes, on voit au commencement le tétanos incomplet, qui peu à peu devient complet. Dans le travail de de Varigny on trouve un bon nombre de courbes pareilles. Il s'agit ici aussi du phénomène de la fatigue. On peut le démontrer, si l'on cesse d'exciter le muscle pour quelques moments; le recommencement de l'excitation ne produit aucun effet, même si le muscle s'est déjà sensiblement allongé. On peut voir les mêmes phénomènes de la fatigue sur les muscles non séparés du corps.

De cette fatigabilité extrêmement rapide il faut toujours tenir compte au cours des expériences sur l'excitabilité musculaire.

En comparant les divers muscles des Invertébrés, on peut dire que plus la contraction musculaire est lente, plus vite la fatigue se produit.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 31 août 1908.)

Discours de M. *Edmond Perrier :*

Page 447, ligne 10, *au lieu de* banquet, *lire* bouquet.

(Séance du 7 septembre 1908.)

Note de M. *H. Deslandres*, Grands alignements et tourbillons de l'atmosphère solaire :

Page 468, ligne 8, *au lieu de* Or l'image de la couche K_3 a été obtenue, *lisez* Or l'image de la couche moyenne K_2 a été obtenue.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 SEPTEMBRE 1908.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Détermination des systèmes triples orthogonaux qui comprennent une famille de cyclides et, plus généralement, une famille de surfaces à lignes de courbure planes dans les deux systèmes.* Note de M. **Gaston Darboux** (¹).

Après avoir traité le cas particulier où la cyclide a trois plans de symétrie, revenons au cas général. Il est facile de reconnaître que les familles de Lamé composées de cyclides de Dupin et les systèmes triples correspondants peuvent toujours être obtenus par de simples quadratures. Voici la construction géométrique la plus simple.

Prenons arbitrairement deux courbes gauches (C), (C′), se correspondant point par point de telle manière que la tangente à l'une des courbes soit perpendiculaire au plan osculateur au point correspondant de l'autre. Soit (Δ) et (Δ') les tangentes des deux courbes, qui sont nécessairement perpendiculaires. Leur plus courte distance sera l'axe des x du trièdre (T). Pour avoir ce trièdre lui-même, il suffira de prendre arbitrairement un point O sur cet axe des x et de mener par le point des parallèles à (Δ) et à (Δ'). Alors la figure donnera immédiatement les paramètres k et $\frac{a}{c}$ de la cyclide, et le paramètre b s'obtiendra par une simple quadrature.

Les droites (Δ) et (Δ') seront les axes qui contiennent les quatre points doubles de la cyclide ou, ce qui revient au même, les axes par lesquels passent les plans des lignes de courbure.

(¹) Voir les *Comptes rendus* du 14 septembre 1908, p. 484.

Dans le cas spécial étudié par M. Haag, les deux courbes (C), (C′) sont ces deux courbes à courbure constante conjuguées dont Monge a le premier signalé l'existence. Chacune d'elles est le lieu des centres de courbure de l'autre, et la plus courte distance des deux tangentes est aussi la normale commune des deux courbes.

Il est d'ailleurs très aisé d'obtenir, dans le cas le plus général, deux courbes qui soient dans la relation indiquée plus haut.

Par exemple, si l'on choisit la première courbe (C) arbitrairement en prenant pour x, y, z des fonctions quelconques de ρ_2, le plan

$$X\frac{dx}{d\rho_2} + Y\frac{dy}{d\rho_2} + Z\frac{dz}{d\rho_2} + h = 0,$$

où h est une fonction quelconque de ρ_2, enveloppera une surface développable dont l'arête de rebroussement sera la courbe (C′) la plus générale ayant avec (C) la relation indiquée.

Je n'insisterai pas ici sur ces points de détail, et je me bornerai à indiquer quelle est la forme de l'élément linéaire de l'espace quand on emploie le système triple que nous venons de définir.

Si l'on prend cet élément linéaire avec les notations classiques

$$ds^2 = H^2 d\rho^2 + H_1^2 d\rho_1^2 + H_2^2 d\rho_2^2,$$

on aura d'abord

$$(14) \qquad H = \frac{\frac{b}{R}}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_1}} \frac{\partial\rho}{\partial\rho}, \qquad H_1 = \frac{-\frac{bi}{R_1}}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_1}} \frac{\partial\rho_1}{\partial\rho_1}.$$

Posons

$$(15) \qquad S = \frac{b}{R}\frac{\partial\rho}{\partial\rho}, \qquad S_1 = \frac{bi}{R_1}\frac{\partial\rho_1}{\partial\rho_1};$$

les formules (14) pourront s'écrire

$$(16) \qquad H = \frac{S}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_1}}, \qquad H_1 = \frac{S_1}{\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_1}},$$

et, si l'on introduit les notations nouvelles

$$(17) \qquad T = \frac{\partial \log S}{d\rho_2}, \qquad T_1 = \frac{\partial \log S_1}{d\rho_2},$$

il viendra

$$(18) \qquad H_2 = \frac{T - T_1}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_1}}.$$

On peut encore donner de T et de T_1 les expressions suivantes :

$$(19)\qquad T = \frac{Rb'}{bk} - \frac{\partial \log R}{\partial \rho_2}, \qquad T_1 = \frac{R_1 b'}{bk} - \frac{\partial \log R_1}{\partial \rho_2}.$$

Les expressions que nous avons ainsi obtenues pour H, H_1, H_2 vont nous permettre de résoudre la seconde question que nous avions en vue, à savoir la détermination des systèmes triples qui comprennent une famille de surfaces à lignes de courbure planes dans les deux systèmes.

En faisant usage d'une proposition que j'ai établie au n° 1060 de mes *Leçons sur la théorie générale des surfaces*, il est aisé de démontrer qu'ils ont tous même représentation sphérique qu'un système comprenant une famille de cyclides; de sorte que nous sommes ramenés simplement à résoudre le problème de la représentation sphérique pour les systèmes triples orthogonaux que nous venons de déterminer.

Rappelons d'abord l'une des méthodes générales que l'on peut suivre pour résoudre le problème de la représentation sphérique.

Supposons que l'on connaisse dans un système triple les expressions de x, y, z en fonction de ρ, ρ_1, ρ_2. Ces coordonnées satisfont, comme on sait, aux trois équations linéaires suivantes :

$$(20)\qquad \left\{\begin{aligned}
&\frac{\partial_2 u}{\partial \rho_1\, \partial \rho_2} - \frac{1}{H_1}\frac{\partial H_1}{\partial \rho_2}\frac{\partial u}{\partial \rho_1} - \frac{1}{H_2}\frac{\partial H_2}{\partial \rho_1}\frac{\partial u}{\partial \rho_2} = 0,\\
&\frac{\partial^2 u}{\partial \rho\, \partial \rho_2} - \frac{1}{H_2}\frac{\partial H_2}{\partial \rho}\frac{\partial u}{\partial \rho_2} - \frac{1}{H}\frac{\partial H}{\partial \rho_2}\frac{\partial u}{\partial \rho} = 0,\\
&\frac{\partial_2 u}{\partial \rho\, \partial \rho_1} - \frac{1}{H}\frac{\partial H}{\partial \rho_1}\frac{\partial u}{\partial \rho} - \frac{1}{H_1}\frac{\partial H_1}{\partial \rho}\frac{\partial u}{\partial \rho_1} = 0.
\end{aligned}\right.$$

Si θ est la solution la plus générale de ce système, le système triple le plus général ayant même représentation sphérique que le proposé sera défini par les équations

$$(21)\qquad \left\{\begin{aligned}
&X\frac{\partial x}{\partial \rho} + Y\frac{\partial y}{\partial \rho} + Z\frac{\partial z}{\partial \rho} = \frac{\partial \theta}{\partial \rho},\\
&X\frac{\partial x}{\partial \rho_1} + Y\frac{\partial y}{\partial \rho_1} + Z\frac{\partial z}{\partial \rho_1} = \frac{\partial \theta}{\partial \rho_1},\\
&X\frac{\partial x}{\partial \rho_2} + Y\frac{\partial y}{\partial \rho_2} + Z\frac{\partial z}{\partial \rho_2} = \frac{\partial \theta}{\partial \rho_2},
\end{aligned}\right.$$

où X, Y, Z désignent les coordonnées courantes et qui, prises isolément, représentent les plans tangents aux nouvelles surfaces coordonnées. Ainsi tout se ramène à l'intégration du système (20).

Si l'on applique cette méthode au cas actuel, en prenant les valeurs de H, H_1, H_2 définies par les équations (16) et (18), on sera conduit à faire la

substitution

$$u = \frac{v}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_1}} \tag{22}$$

et le système (20) deviendra le suivant :

$$\left\{\begin{aligned} &\frac{\partial^2 v}{\partial\rho\,\partial\rho_2} - T\frac{\partial v}{\partial\rho} - \frac{1}{T - T_1}\left(\frac{\partial v}{\partial\rho_2} - T_1 v\right) = 0, \\ &\frac{\partial^2 v}{\partial\rho_1\,\partial\rho_2} - T_1\frac{\partial v}{\partial\rho_1} - \frac{1}{T_1 - T}\left(\frac{\partial v}{\partial\rho_2} - T\,v\right) = 0, \\ &\frac{\partial^2 v}{\partial\rho\,\partial\rho_1} = 0. \end{aligned}\right. \tag{23}$$

La simplicité de la dernière équation facilite beaucoup l'intégration, et l'on trouve, pour la solution générale, la valeur

$$v = S\int_a^{\rho_2}\frac{\alpha_2}{S_1}\partial\rho_2 + \alpha S - S_1\int_{a_1}^{\rho_2}\frac{\alpha_2}{S_1}\partial\rho_2 - \alpha_1 S_1, \tag{24}$$

a et a_1 désignant des constantes, et α, α_1, α_2 des fonctions arbitrairement choisies qui dépendent respectivement de ρ, de ρ_1 et de ρ_2.

Il suffira donc d'introduire, dans les équations (21), la valeur de θ définie par l'équation

$$\theta\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_1}\right) = S\int_a^{\rho_2}\frac{\alpha_2}{S}d\rho_2 - S_1\int_{a_1}^{\rho_2}\frac{\alpha_2}{S_1}d\rho_2 + \alpha S - \alpha_1 S_1, \tag{25}$$

pour obtenir la solution la plus générale de la question proposée. Les systèmes triples orthogonaux auxquels on est ainsi conduit dépendent, on le voit, de *sept fonctions arbitraires d'une seule variable.*

Une autre méthode pour obtenir les systèmes triples qui comprennent une famille de cyclides repose sur l'emploi des coordonnées pentasphériques; elle est développée dans le Mémoire détaillé qui est remis à l'impression.

PATHOLOGIE. — *De l'emploi de l'émétique dans le traitement des trypanosomiases.* Note de M. A. LAVERAN.

Plimmer et Thomson ont préconisé l'émétique dans le traitement des trypanosomiases [1]; ils ont employé principalement l'émétique de sodium (tartrate d'antimonyle et de sodium).

---

[1] PLIMMER et THOMSON, Note présentée à la Roy. Soc. le 7 novembre 1907.

Mesnil et Brimont ont obtenu des résultats satisfaisants dans le traitement de différentes trypanosomiases chez la souris et chez le rat avec l'émétique de potassium ([1]). La guérison du Surra a été souvent obtenue chez la souris à la suite d'une seule injection.

P. Manson, Broden et Rodhain ont employé l'émétique dans le traitement de la trypanosomiase humaine; ils ont constaté que les injections hypodermiques d'émétique qui produisent de vives douleurs étaient contre-indiquées ([2]). Broden et Rodhain ont employé les injections intra-veineuses à la dose de 0g,10 d'émétique; après dix doses semblables, les résultats ont paru favorables.

J'ai expérimenté pour ma part l'action de l'émétique sur des cobayes infectés avec *Tr. Evansi*, *Tr. gambiense*, ou bien avec le trypanosome du Togo, connu sous le nom de *virus fort de Martini*. J'ai employé une solution d'émétique de sodium à 2 pour 100 en injections hypodermiques; ces injections n'ont jamais produit d'accidents locaux autres qu'un peu d'œdème; elles ne semblaient pas être très douloureuses.

Des cobayes de 400g à 500g supportent en général 2cg d'émétique, mais ils maigrissent beaucoup, ce qui oblige à suspendre la médication; il est prudent de ne pas dépasser 1cg,50.

L'émétique fait disparaître très rapidement (en quelques heures) les trypanosomes de la grande circulation, mais, chez les cobayes du moins et pour les trois trypanosomes qui ont servi à mes expériences, des rechutes se produisent si les injections ne sont pas répétées. Les rechutes sont parfois très tardives. Un cobaye, infecté de *Tr. gambiense* et qui avait reçu trois injections de la solution d'émétique, a eu une rechute 79 jours après la dernière injection. Je n'ai considéré comme guéris que les cobayes qui, 3 mois après la cessation du traitement, n'avaient pas eu de rechute.

Mes expériences se divisent en deux séries, suivant que les cobayes ont été traités par l'émétique seul ou par l'émétique et l'atoxyl.

I. *Cobayes traités par l'émétique sodique seul.* — Treize cobayes infectés avec *Tr. Evansi*, *Tr. gambiense* ou avec le virus du Togo ont reçu de 1 à 5 injections de la solution d'émétique. Tous les cobayes ayant reçu de 1 à 4 injections ont eu des rechutes qui se sont produites au bout d'un temps variable (mini-

---

([1]) F. Mesnil et E. Brimont, *Bulletin de la Soc. de Path. exotique*, t. I, p. 44 et 212.

([2]) P. Manson, *Annals of trop. med. a. parasitology*, mars 1908. — A. Broden et J. Rodhain, *Arch. f. Schiffs u. Tropen-Hygiene*, 1908.

mum : 12 jours; maximum : 79 jours). Les trois cobayes ayant reçu 5 injections ont guéri; ces cobayes avaient été infectés avec *Tr. Evansi* (2 fois) ou avec le virus du Togo (1 fois). Je donnerai seulement les observations de ces trois cobayes en les résumant.

1° Un cobaye inoculé le 17 mars 1908 avec le trypanosome du Togo a, le 24 mars, des trypanosomes assez nombreux; il pèse 495^{g}. Les 24 et 28 mars, 1, 6 et 10 avril, on donne de l'émétique à la dose de 1^{cg},50 (3 fois), puis de 1^{cg} (2 fois). Du 25 mars au 18 septembre, tous les examens du sang sont négatifs. Le poids, qui avait diminué sous l'action du traitement, remonte au mois de mai; le 15 mai, le cobaye pèse 510^{g}; le 4 juin, 570^{g}; le 1er juillet, 615^{g}; le 27 août, 700^{g}; le 18 septembre, 660^{g}.

2° Un cobaye inoculé de Surra le 23 avril 1908 a, le 7 mai, des trypanosomes non rares; il pèse 495^{g}. Les 7, 12, 17, 22 et 27 mai, le cobaye reçoit de l'émétique (1^{cg},50 2 fois, 1^{cg} 3 fois). Du 8 mai au 18 septembre, tous les examens du sang sont négatifs. Le cobaye pèse, le 1er juin, 500^{g}; le 3 juillet, 590^{g}; le 26 août, 615^{g}; le 18 septembre, 675^{g}.

3° Un cobaye inoculé de Surra le 23 avril a, le 7 mai, des trypanosomes assez nombreux; il pèse 490^{g}. Les 7, 12, 17, 22 et 27 mai, le cobaye reçoit de l'émétique (1^{cg},50 3 fois; 1^{cg} 3 fois). Du 8 mai au 18 septembre, tous les examens du sang sont négatifs. Le cobaye pèse, le 1er juin, 465^{g}; le 3 juillet, 490^{g}; le 26 août, 610^{g}; le 18 septembre, 625^{g}.

II. *Cobayes soumis au traitement mixte par l'émétique et l'atoxyl.* — 13 cobayes infectés avec *Tr. Evansi*, *Tr. gambiense* ou avec le virus du Togo ont été soumis au traitement mixte par l'émétique et l'atoxyl. La plupart de ces cobayes ont été traités d'abord par l'émétique seul et c'est à la suite d'une rechute que le traitement mixte a été institué, dans des conditions moins bonnes que chez des cobayes non encore traités, puisque les trypanosomes avaient pu acquérir une certaine accoutumance pour l'émétique.

L'émétique et l'atoxyl ont été donnés par la voie hypodermique aux doses de 1^{cg} à 1^{cg},50 en alternant les médicaments à 3 ou 4 jours d'intervalle. Le plus souvent, les cobayes ont reçu 3 doses d'émétique et 3 doses d'atoxyl; quelques cobayes ont reçu 4 ou même 5 doses de chacun des médicaments. Un des cobayes (n° 1) a eu une rechute après un premier traitement mixte, il a guéri après un second traitement.

Sur 7 cobayes infectés de Surra, 2 ont guéri; sur 3 cobayes infectés avec le virus du Togo, 1 a guéri; les 3 cobayes infectés par *Tr. gambiense* ont guéri; ce qui donne 6 guérisons sur 13 cobayes traités.

Je résume les observations des cobayes guéris.

1° Un cobaye inoculé de Surra le 23 février 1908 a, le 9 mars, des trypan. non rares; il pèse 430^{g}. Du 9 au 27 mars, on donne 3 doses d'émétique de 1^{cg},50 (2 fois) ou de 1^{cg} (1 fois) et 3 doses d'atoxyl de 1^{cg},50 chaque, en alternant. Tous les examens du sang

faits du 10 mars au 24 mai sont négatifs. Le 19 mai, le cobaye pèse 600^{g}. Le 29 mai, rechute, trypan. rares; on fait un nouveau traitement mixte (émétique 3 doses, atoxyl 3 doses). Du 30 mai au 20 septembre, tous les examens du sang sont négatifs. Le cobaye pèse 640^{g} le 5 juillet, 660^{g} le 7 août, 645^{g} le 20 septembre.

2° Un cobaye infecté avec le virus du Togo a rechuté 20 jours après avoir reçu une dose d'émétique de 2^{cg}. Le 7 mars, le cobaye a des trypan. non rares; il pèse 530^{g}. Le cobaye reçoit, du 7 au 24 mars, 3 doses d'atoxyl de 1^{cg},50 chaque et 3 doses d'émétique de 1^{cg},50 (2 fois) ou de 1^{cg} (1 fois). Du 8 mars au 18 septembre, tous les examens du sang sont négatifs. Le 4 juin, le cobaye pèse 545^{g}; le 6 août, 590^{g}, et le 18 septembre, 520^{g}.

3° Un cobaye est inoculé de *Tr. gambiense* le 4 février 1908. Le 23 mars, il a des trypan. nombreux; il pèse 430^{g}. Du 23 mars au 10 avril, le cobaye reçoit 3 doses d'atoxyl de 1^{cg},50 et 3 doses d'émétique (1^{cg},50 2 fois, 1^{cg} 1 fois). Tous les examens du sang faits du 24 mars au 19 septembre sont négatifs. Le 1er mai, le cobaye pèse 535^{g}; le 4 juin, 545^{g}; le 7 juillet, 590^{g}; le 19 septembre, 460^{g}.

4° Un cobaye est inoculé de Surra le 22 février 1908. Le 14 mars, il a des trypan. non rares; il pèse 680^{g}. Le cobaye est traité d'abord par l'émétique seul (3 doses). Le 7 avril, rechute, trypan. non rares, P = 660^{g}. Du 7 avril au 7 mai, le cobaye reçoit 3 doses d'atoxyl de 1^{cg},50 chaque et 3 doses d'émétique (1^{cg},50 2 fois, 1^{cg} 1 fois). Du 8 avril au 18 septembre, tous les examens du sang sont négatifs. Le 1er juin, le cobaye pèse 650^{g}; le 3 juillet, 700^{g}; le 7 août, 780^{g}; le 18 septembre, 820^{g}.

5° Un cobaye infecté avec *Tr. gambiense* est traité d'abord par l'émétique seul; il a une rechute 42 jours après la dernière injection d'émétique. Le 1er mai 1908, trypan. non rares, P = 665^{g}. Du 1er au 30 mai, on donne 4 doses d'atoxyl de 1^{cg},50 chaque et 4 doses d'émétique (1^{cg},50 1 fois, 1^{cg} 3 fois). Du 2 mai au 20 septembre, les examens du sang sont négatifs. Le 9 juin, le cobaye pèse 585^{g}; le 1er juillet, 685^{g}; le 20 septembre, 835^{g}.

6° Un cobaye infecté avec *Tr. gambiense* et traité d'abord par l'émétique seul (3 doses) a une rechute 79 jours après la dernière injection. Le 21 mai 1908, trypan. non rares, P = 625^{g}. Le cobaye reçoit 3 doses d'émétique et 3 doses d'atoxyl. Du 22 mai au 20 septembre, tous les examens du sang sont négatifs. Le cobaye pèse 650^{g} le 4 juin, 695^{g} le 1er juillet, 800^{g} le 6 août, 855^{g} le 20 septembre.

Les résultats de ces expériences sont en somme favorables à l'emploi de l'émétique dans le traitement des trypanosomiases.

Sur 13 cobayes traités par l'émétique seul, il n'y a eu que 3 guérisons; mais les cobayes qui ont eu des rechutes n'avaient reçu que 1 à 4 doses d'émétique, alors que ceux qui ont guéri en avaient reçu 5; il n'est pas douteux que, si tous les animaux avaient été traités comme ces derniers, les résultats auraient été beaucoup plus satisfaisants.

Sur 13 cobayes soumis au traitement mixte par l'émétique et l'atoxyl, 6 ont guéri, ce qui montre une fois de plus l'utilité des associations médicamenteuses dans le traitement des trypanosomiases. Les résultats du trai-

tement émétique-atoxyl chez les cobayes ont été toutefois inférieurs à ceux du traitement atoxyl-orpiment, qui, chez ces animaux, nous a donné, à M. Thiroux et à moi, 7 guérisons sur 7 cobayes traités ([1]).

Il est intéressant de constater que 3 fois sur 3 des cobayes infectés avec *Tr. gambiense*, c'est-à-dire avec le trypanosome de la maladie du sommeil, ont été guéris par la médication émétique-atoxyl. Il y aura donc lieu d'expérimenter ce traitement dans la trypanosomiase humaine; nous avons vu que P. Manson, Broden et Rodhain étaient déjà entrés dans cette voie. Malheureusement l'emploi de l'émétique en injections sous-cutanées détermine, chez l'homme, des douleurs vives, et l'emploi des injections intraveineuses auquel Broden et Rodhain ont eu recours semble peu pratique.

Broden et Rodhain ont expérimenté sans aucun succès le kermès minéral (oxysulfure d'antimoine); j'ai donné à des cobayes de 400^g à 500^g du soufre doré d'antimoine (pentasulfure d'antimoine) aux doses de 12^{cg} à 14^{cg}, j'ai réussi ainsi à faire disparaître les trypanosomes mais seulement pour un temps très court. L'activité de ce médicament m'a paru trop faible pour être utilisée dans la pratique.

CORRESPONDANCE.

L'**Université impériale de Saint-Pétersbourg**, par l'organe de son recteur, adresse à l'Académie l'expression de sa profonde condoléance à l'occasion des pertes douloureuses qu'elle a éprouvées dans les personnes de MM. *Henri Becquerel* et *Mascart*.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce la mort de M. *Dominique Clos*, Correspondant de l'Académie pour la Section de Botanique.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Éléments d'aviation; par Victor Tatin.

([1]) A. Laveran et A. Thiroux, *Comptes rendus*, 4 novembre 1907, et *Annales de l'Institut Pasteur*, février 1908. Les guérisons annoncées dans ces travaux se sont maintenues.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *L'impossibilité de démontrer l'existence d'une dispersion appréciable de la lumière dans l'espace interstellaire par la méthode Nordmann-Tikhoff.* Note de M. **Pierre Lebedew**, présentée par M. H. Poincaré.

Dans une Note récente (*Comptes rendus*, t. CXLVII, 20 juillet 1908, p. 170), M. G.-A. Tikhoff donne la distance de RT Persée, qui me manquait pour démontrer l'insuffisance de la méthode Nordmann-Tikhoff.

D'après M. Tikhoff, la distance de RT Persée (10e grand. stell.) est 740 années de lumière et le décalage des minima pour $0^\mu,56$ et $0^\mu,43$ est 4 minutes. M. Nordmann [1] trouve pour β Persée (2,3 grand. stell.), dont la distance est 60 années de lumière, le décalage des minima, pour $0^\mu,68$ et $0^\mu,43$, de 16 minutes et, pour $0^\mu,51$ et $0^\mu,43$, de 9 minutes; pour l'intervalle $0^\mu,56$ et $0^\mu,43$ on aurait 11 minutes [2]. Le rapport des valeurs de la dispersion trouvées par M. Nordmann et par M. Tikhoff est

$$\frac{11}{60} : \frac{4}{740} > 30 : 1.$$

Il est évident qu'une méthode de mesure qui donne pour la même constante physique des valeurs aussi différentes doit être fausse en principe.

J'ai démontré dans une Note précédente [3], et M. Nordmann [4] est du même avis, que le décalage des minima s'explique sans difficulté si l'on cherche les causes dans les propriétés physiques des étoiles variables; les observations de β et de RT Persée nous donnent une preuve éclatante que ces propriétés produisent un effet de décalage beaucoup plus grand que la dispersion soupçonnée.

Les propriétés physiques sont individuelles pour chaque astre, et les observations des minima monochromatiques d'un grand nombre d'étoiles variables ne peuvent donner d'autres résultats que les observations de β et

(1) *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 384.

(2) Dans ma Note (*Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 1254), par erreur la dispersion calculée par M. Nordmann est comparée à celle de l'air atmosphérique à 0° et 7^{mm} de pression au lieu de 107^{mm} de pression.

(3) *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 1254.

(4) *Comptes rendus*, t. CXLVII, p. 24.

de RT Persée ; il me paraît donc absolument impossible de démontrer une dispersion appréciable de la lumière dans l'espace interstellaire par la méthode de Nordmann-Tikhoff.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Les spectres des grosses planètes photographiées en* 1907 *à l'Observatoire Flagstaff.* Note de M. **Percival Lowell**, présentée par M. Deslandres. (Traduction.)

En 1907, M. V.-M. Slipher a obtenu à Flagstaff, à l'aide de plaques (Seed 23), spécialement plongées dans un mélange de pinacyanol, pinaverdol et dicyanine, des spectres de la Lune, de Mars, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune, et ces spectres s'étendent bien plus loin dans le rouge qu'on ne pouvait l'espérer. On y aperçoit la région allant de C jusqu'au delà de A, région qui, dans l'étude de l'atmosphère des planètes, est la plus importante. Ainsi, pour Mars, la bande *a* est sensiblement plus forte que pour la Lune, à égale hauteur, ce qui montre la présence de la vapeur d'eau dans l'atmosphère de cette planète ; les autres raies de la vapeur d'eau ne permettent cependant pas de rien affirmer, ni pour ni contre ; aussi était-on jusqu'à présent dans l'incertitude.

Les résultats concernant Mars ont déjà été publiés ; nous nous occuperons cette fois des grosses planètes. Nous donnons ici une comparaison de leurs spectres avec celui de la Lune, avec les identifications que nous avons pu faire. M. Slipher publiera bientôt sur le même sujet une Note plus détaillée. En ce qui touche la perfection des épreuves, nous dirons seulement que dans Neptune nous avons facilement pu compter 130 raies entre λ 460 et la raie solaire A, mais toutes ne seront pas données ci-dessous.

SPECTRES DE GROSSES PLANÈTES

(comparés avec celui de la Lune à la même distance zénithale).

Jupiter.

Longueur d'onde.	Désignation.	Description.	Identification.
μμ 730 724	J. 1	La bande la plus sombre du spectre.	Vapeur d'eau.
722 717	J. 2	Celle qui vient après.	»
706 700	J. 4	Bande de moyenne largeur.	Vapeur d'eau?

Longueur d'onde.	Désignation.	Description.	Identification.
695,5	J.7	Raie (ou raies) large.	Vapeur d'eau.
649	J.6	Bande faible estompée vers le bleu.	?
618	J.3	La 3ᵉ bande en intensité (va de λ614 à λ622).	?
543	J.5	La 4ᵉ bande en intensité commence avec une raie à 543,5 et s'estompe vers le bleu jusqu'à 540.	?
458,5	J.8	Bande étroite.	?

Remarque. — Les seules raies et bandes données plus haut sont celles qui diffèrent des raies lunaires prises dans les mêmes conditions. Elles indiquent par suite une différence de composition ou d'intensité entre l'atmosphère de Jupiter et la nôtre.

Saturne.

Longueur d'onde.	Désignation.	Description.	Identification.
730 – 724	S.1	La bande la plus sombre du spectre, plus sombre que chez Jupiter.	Vapeur d'eau.
722 – 717	S.2	La 2ᵉ en intensité plus sombre aussi que chez Jupiter.	Vapeur d'eau.
706 – 700	S.4	Bande faible estompée vers le rouge.	Vapeur d'eau?
695,5	S.9	Faible raie simple ou multiple.	Vapeur d'eau.
671	S.6	Faible bande estompée vers le bleu.	?
649?		?	
618	S.3	La 3ᵉ en intensité : bande allant de 613 à 624, plus large et plus forte que chez Jupiter.	
578	S.7	Bande très faible, nette du côté du rouge, estompée vers le bleu.	?
543	S.5	Bande moyenne un peu plus forte que celle de Jupiter et plus large, de 545 à 540.	?
501,5	S.8	Bande faible.	Hélium?

Uranus.

739		Raie renforcée.	
710 – 697	U.3	La 3ᵉ bande en intensité.	Vapeur d'eau?
690		Raie.	Oxygène.

Longueur d'onde.	Désignation.	Description.	Identification.
683,5	U.7	Raie large.	
668	U.4	Raie sombre estompée jusque vers 672 (He).	Hélium?
665,5		Raie.	
664,5		Raie estompée à travers toute cette région jusque vers 656.	
656	U.10	C renforcée.	Hydrogène.
649		Raie renforcée.	
618	U.1	La bande la plus noire du spectre va de 613 à 625.	
608,5		Bande étroite.	
595,5		Raie forte.	
587,5		Hélium? Raie renforcée (He).	Hélium?
581,5		Raie renforcée.	
578		Raie renforcée.	
577		Raie.	
575		Raie renforcée.	
574	U.5	Bande allant de 569 à 578.	
566	U.11	Bande étroite.	
556		Raie renforcée.	
544	U.2	La 2ᵉ bande en intensité allant de 539,5 à 547.	
536,5		Bande allant de 535,5 à 537.	
534	U.9	Raie étroite.	
511,0	U.12	Bande étroite.	
502,0		Bande hélium? (He).	Hélium (?)
486,0	U.6	Raie F renforcée.	Hydrogène.

Neptune.

710 / 700		Bande sombre.	Vapeur d'eau.
690 / 680	N.4	La 4ᵉ bande en intensité.	
676 / 662	N.3	La 3ᵉ bande en intensité. Raie à 668 (He?)	Hélium?
656,5		Raie C renforcée.	Hydrogène.
649,5		Raie renforcée.	
642,5	N.12	Bande très étroite.	
618	N.1	La bande la plus sombre et la plus large va de 612 à 630.	
608		Raie sombre.	
598	N.11	Raies renforcées.	

Longueur d'onde.	Désignation.	Description	Identification.
596	N.10	Raie sombre très étroite.	Apparaissent chez Uranus et Jupiter.
594,5		Raie renforcée.	
587,5		Raie renforcée de l'hélium (He).	Hélium?
581,5		Raie renforcée.	
577		Raie noire, plus noire que chez Uranus.	
576		Raies ou bandes sombres, plus noires que chez Uranus.	
576	N.5	Centre d'une bande sombre allant de 571,5 à 581,5.	
567		Raie sombre estompée vers le bleu (cannelée).	
556		Raie renforcée.	
543	N.2	La 2e bande en intensité; va de 538 à 547.	
536		Bande allant de 535 à 537.	
533,5		Cannelure renforcée estompée vers le bleu.	
531		Pas tout à fait d'accord avec la raie d'Uranus.	
527 / 517	N.8	Bande de *b* à E moyennement sombre, raie à 522.	
514	N.9	Bande étroite.	
513 / 507	N.7	Bande.	
506 / 504		Bande faible. / Bande hélium? (He).	
501,5			Hélium?
486	N.6	F renforcée.	Hydrogène.
481,5		Faible bande.	
466		Raie renforcée.	
459		Bande étroite moyennement sombre.	

Dans les spectres d'Uranus et de Neptune, il y a un assombrissement général de λ 680 aux extrêmes limites photographiées un peu au delà de A. Mais ceci est principalement dû à l'impossibilité de donner à cette partie le temps de pose voulu, soit plusieurs jours.

Le fait le plus remarquable est l'accentuation progressive des bandes à la fois en tonalité et en variété quand on s'éloigne du Soleil; il suffit pour le voir de ranger les spectres dans cet ordre. Cette progression est, à pre-

mière vue, frappante sur les épreuves que je soumets à l'Académie (¹). Notamment les deux bandes λ 618 et λ 543, absentes chez la Lune, apparaissent chez Jupiter et deviennent de plus en plus foncées et de plus en plus larges chez Saturne, Uranus et Neptune.

Deux autres λ 672 et λ 578 apparaissent chez Saturne pour augmenter chez Uranus et chez Neptune. D'autres, plus nombreuses, *commencent dans Uranus pour s'assombrir chez Neptune.*

En ce qui concerne la vapeur d'eau, ces spectres montrent tout d'abord que les bandes situées au delà de 690 sont bien plus fortes chez Jupiter que chez la Lune et bien plus encore chez Saturne que chez Jupiter. Pour Uranus et Neptune, elles continuent probablement à s'accentuer, quoique là le défaut de lumière empêche de se prononcer aisément. En second lieu, on peut constater que les raies de la vapeur d'eau près de D_3 et entre D et B, sont sans contredit très exagérées en intensité dans l'échelle de Rowland. Car, tandis que les grandes bandes de la vapeur d'eau entre B et A sont fortes dans le spectre de la Lune et constituent les caractères les plus saillants des spectres de Jupiter et de Saturne, par contre, les autres raies attribuées à la vapeur d'eau n'apparaissent dans aucun de ces trois spectres. Ceci est d'accord avec ce qu'on observe chez Mars. Il est clair que les bandes les plus réfrangibles ont eu leur intensité exagérée, parce qu'on les voit plus facilement et qu'elles sont en réalité trop faibles dans les spectres planétaires y compris celui de Jupiter pour qu'on puisse rien en inférer.

D'après les détails visibles sur nos spectres et vu la sécheresse de l'air attestée par la faiblesse des raies de la vapeur d'eau plus réfrangibles que B même dans le spectre de la Lune, sécheresse qui rend les autres spectres relativement plus distincts, l'absence des raies en question montre que, si on les avait constatées antérieurement, elles étaient dues seulement à l'humidité de notre atmosphère.

L'identification des bandes situées entre B et A montre ainsi *qu'il y a de la vapeur d'eau* dans l'atmosphère de Jupiter et plus encore dans celle de Saturne. Il n'a pas encore été possible d'identifier les autres bandes de leurs spectres. Dans le spectre d'Uranus F et C sont toutes deux renforcées. Or ce sont des raies de l'hydrogène, et, comme dans cette partie du spectre elles sont les seules qui appartiennent à ce gaz, elles indiquent la présence de l'hydrogène libre dans l'atmosphère d'Uranus. Dans le spectre de Neptune ces deux raies sont encore plus renforcées, de sorte que l'hydrogène libre doit exister en plus grande quantité encore dans l'atmosphère de Neptune.

(¹) Ces épreuves, malheureusement, n'ont pas pu être reproduites dans les *Comptes rendus.* Leurs détails sont trop délicats.

L'apparition de D_3 et de la raie λ 668 semble montrer la présence de l'hélium dans les atmosphères de ces deux planètes. La vapeur d'eau, d'après l'aspect des spectres entre B et A, semble aussi s'y trouver.

Ainsi ces épreuves indiquent que les gaz les plus légers se rencontrent dans les atmosphères planétaires en quantités d'autant plus grandes qu'on s'éloigne davantage du Soleil. Quand on songe que les masses des planètes ne croissent pas dans le même ordre, mais sont irrégulièrement distribuées, ce résultat est d'un grand intérêt et il soulève d'intéressantes questions de Cosmogonie, puisque la distance du Soleil est le seul facteur en jeu.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les différences réciproques.* Note de M. E. **Nörlund**, présentée par M. H. Poincaré.

Dans un Mémoire récent (*Bulletin de l'Académie royale des Sciences de Danemark*, 1906, p. 153-171) M. T.-N. Thiele a introduit certaines fonctions qu'il appelle *différences réciproques* et qui semblent être d'un grand intérêt. Dans certains problèmes difficiles d'interpolation elles peuvent rendre un service utile mais certainement elles sont d'une importance beaucoup plus grande au point de vue théorique ; ainsi, par exemple, on peut espérer qu'une étude approfondie de ces fonctions entraînerait des progrès sérieux dans la théorie des fractions continues.

Je vais désigner la différence réciproque d'ordre n d'une fonction $\varphi(x)$ par $\rho^n[\varphi(x)]$ ou bien par $\rho^n(x_0, x_1, \ldots, x_n)$; celle-ci, ainsi que la différence divisée de Newton, est une fonction de n arguments arbitraires $x_0, x_1, \ldots, x_n$ et des valeurs de fonctions correspondantes $\varphi_0, \varphi_1, \ldots, \varphi_n$, et se définit par la relation de récurrence

$$(1)\qquad \rho^{n+1}(x_0, x_1, \ldots, x_{n+1}) = \frac{x_{n+1} - x_n}{\rho^n(x_0, x_1, \ldots, x_{n-1}, x_{n+1}) - \rho^n(x_0, x_1, \ldots, x_n)} + \rho^{n-1}(x_0, x_1, \ldots, x_{n-1}),$$

où

$$\rho^0(x_0) = \varphi_0, \qquad \rho^1(x_0, x_1) = \frac{x_1 - x_0}{\varphi_1 - \varphi_0}.$$

Le cas où tous les arguments coïncident est particulièrement intéressant. J'appelle la limite vers laquelle tendra alors $\rho^n[\varphi(x)]$ le *coefficient différentiel réciproque d'ordre n*, et je désigne celle-ci par $\frac{r^n\varphi(x)}{rx^n}$ en analogie de

$\frac{d^n\varphi(x)}{dx^n}$. Ainsi que l'a fait voir M. Thiele, la relation de récurrence prend pour ce cas la forme

$$(2)\qquad \frac{r^{n+1}\varphi(x)}{rx^{n+1}} = (n+1)\frac{r}{rx}\left[\frac{r^n\varphi(x)}{rx^n}\right] + \frac{r^{n-1}\varphi(x)}{rx^{n-1}},$$

où

$$\frac{r\varphi(x)}{rx} = \frac{1}{\frac{d\varphi(x)}{dx}}.$$

Les différences réciproques peuvent se représenter explicitement par un quotient de deux déterminants de forme particulière. En n'écrivant qu'une ligne dans chaque déterminant on trouve

$$(3)\qquad \rho^{2n}[\varphi(x)] = \frac{|1, \varphi_i, x_i, x_i\varphi_i, \ldots, x_i^{n-1}, x_i^{n-1}\varphi_i, x_i^n\varphi_i|}{|1, \varphi_i, x_i, x_i\varphi_i, \ldots, x_i^{n-1}, x_i^{n-1}\varphi_i, x_i^n|},$$

$$(3\ bis)\qquad \rho^{2n-1}[\varphi(x)] = \frac{|1, \varphi_i, x_i, x_i\varphi_i, \ldots, x_i^n, x_i^{n+1}|}{|1, \varphi_i, x_i, x_i\varphi_i, \ldots, x_i^n, x_i^n\varphi_i|}.$$

Pour le cas limite où tous les arguments coïncident, on trouve

$$(4)\qquad \frac{r^{2n}\varphi(x)}{rx^{2n}} = \frac{p_{0,n+1}}{p_{2,n}},\qquad \frac{r^{2n+1}\varphi(x)}{rx^{2n+1}} = \frac{p_{1,n}}{p_{1,n+1}},$$

où nous avons posé

$$(5)\qquad p_{r,n+1} = \begin{vmatrix} a_r & a_{r+1} & \ldots & a_{r+n} \\ a_{r+1} & a_{r+2} & \ldots & a_{r+n+1} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{r+n} & a_{r+n+1} & \ldots & a_{r+2n} \end{vmatrix},\qquad a_n = \frac{1}{n!}\frac{d^n\varphi(x)}{dx^n}.$$

Les différences réciproques peuvent se représenter de beaucoup d'autres manières par des déterminants dont quelques-uns sont de formes assez curieuses. Pourtant je n'insisterai pas ici sur ce point, mais je me bornerai à faire voir quelques-unes de leurs propriétés les plus élémentaires.

En substituant dans (3) et (3 *bis*), à φ_i, $\varphi_i + a$ où a est une constante, on trouve facilement que

$$(6)\qquad \begin{cases} \rho^{2n}\ \ [\varphi(x) + a] = \rho^{2n}\ \ [\varphi(x)] + a, \\ \rho^{2n+1}[\varphi(x) + a] = \rho^{2n+1}[\varphi(x)], \end{cases}$$

car si l'on retranche, dans ces déterminants, de chaque colonne contenant les valeurs de fonctions la colonne qui ne contient que les arguments de la

même puissance, a disparaît complètement de ρ^{2n+1}, tandis que le déterminant numérateur de ρ^{2n} se laisse décomposer en deux dont l'un est le déterminant dénominateur multiplié par a.

De même on déduit les formules suivantes :

$$(7) \qquad \rho^{2n}[a\,\varphi(x)] = a\,\rho^{2n}[\varphi(x)], \qquad \rho^{2n+1}[a\,\varphi(x)] = \frac{1}{a}\rho^{2n+1}[\varphi(x)].$$

En substituant dans (3), à φ_i, $1:\varphi_i$ et en multipliant les deux déterminants par $\varphi_0, \varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_{2n+1}$, on trouve

$$(8) \qquad \rho^{2n}\frac{1}{\varphi(x)} = \frac{1}{\rho^{2n}[\varphi(x)]}.$$

En combinant (6), (7) et (8) on trouve la formule remarquable

$$\rho^{2n}\left[\frac{\alpha+\beta\,\varphi(x)}{\gamma+\delta\,\varphi(x)}\right] = \frac{\alpha+\beta\,\rho^{2n}[\varphi(x)]}{\gamma+\delta\,\rho^{2n}[\varphi(x)]}.$$

La différence réciproque d'ordre pair d'une fonction linéaire fractionnée de $\varphi(x)$ est la même fonction linéaire de la différence réciproque de $\varphi(x)$.

On peut donc développer $\frac{\alpha+\beta\,\varphi(x)}{\gamma+\delta\,\varphi(x)}$ en fraction continue d'interpolation en connaissant seulement les différences réciproques de $\varphi(x)$.

Pour les différences réciproques d'ordre impair il n'existe aucune relation simple correspondante. Les déterminants dénominateurs de celles-ci, au contraire, ont une propriété remarquable que nous allons mettre en évidence. En posant, dans le déterminant

$$|1, \varphi_i, x_i, x_i\varphi_i, x_i^2, \ldots, x_i^n, x_i^n\varphi_i|,$$

$\varphi_i = 1:\psi_i$, on trouve que celui-ci égale

$$\frac{(-1)^{n+1}}{\psi_0\psi_1\psi_2\ldots\psi_{2n+1}}|1, \psi_i, x_i, x_i\psi_i, \ldots, x_i^n, x_i^n\psi_i|.$$

Si l'on remplace φ_i par $a+\varphi_i$, le déterminant reste invariable, mais si l'on remplace φ_i par $a\,\varphi_i$ celui-ci est multiplié par a^{n+1}. Soit $\delta(x_i, x_j)$ la différence divisée de Newton $(\varphi_i - \varphi_j):(x_i - x_j)$, on verra que la quantité

$$f_1 = \frac{|1, \varphi_i, x_i, x_i\varphi_i, \ldots, x_i^n, x_i^n\varphi_i|}{\delta(x_0, x_1)\,\delta(x_1, x_2)\ldots\delta(x_{2n}, x_{2n+1})}$$

admet une transformation projective

$$\varphi_i = \frac{\alpha+\beta\psi_i}{\gamma+\delta\psi_i};$$

c'est donc un invariant. Cette propriété subsiste quand même nous divisons f_1 par $\Delta(x_0, x_1, \ldots, x_{2n+1})$, la fonction alternante de $x_0, x_1, \ldots, x_{2n+1}$. Si en particulier nous faisons coïncider tous les arguments, le dénominateur tendra vers la $(n+1)^{\text{ième}}$ puissance du coefficient différentiel de $\varphi(x)$, tandis que le numérateur tendra vers le déterminant dénominateur de (3 *bis*). On trouve alors la série suivante d'invariants différentiels

$$\begin{vmatrix} a_1 & a_2 \\ a_2 & a_3 \end{vmatrix} : a_1^2, \quad \begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ a_2 & a_3 & a_4 \\ a_3 & a_4 & a_5 \end{vmatrix} : a_1^3, \quad \ldots, \quad \begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 & \ldots & a_n \\ a_2 & a_3 & a_4 & \ldots & a_{n+1} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_n & a_{n+1} & a_{n+2} & \ldots & a_{2n-1} \end{vmatrix} : a_1^n,$$

où

$$a_n = \frac{1}{n!} \frac{d^n \varphi(x)}{dx^n}.$$

Le premier en est, à une constante près, la dérivée de Schwartz. On voit de même que la quantité

$$f_2 = \frac{|1, \varphi_i, x_i, x_i\varphi_i, \ldots, x_i^n, x_i^n\varphi_i|}{[\delta(x_0, x_1)\,\delta(x_2, x_3)\ldots\delta(x_{2n}, x_{2n+1})^{2n+1}]\,\Delta(x_0, x_1, \ldots, x_{2n+1})}$$

reste invariable en effectuant la transformation

$$x_i = \frac{\alpha + \beta z_i}{\gamma + \delta z_i}.$$

Si l'on fait coïncider tous les arguments, on aura la série infinie suivante d'invariants différentiels :

$$\begin{vmatrix} a_1 & a_2 \\ a_2 & a_3 \end{vmatrix} : a_1^4, \quad \begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ a_2 & a_3 & a_4 \\ a_3 & a_4 & a_5 \end{vmatrix} : a_1^9, \quad \ldots, \quad \begin{vmatrix} a_1 & a_2 & \ldots & a_n \\ a_2 & a_3 & \ldots & a_{n+1} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_n & a_{n+1} & \ldots & a_{2n-1} \end{vmatrix} : a_1^{n^2}$$

qui admettent tous une transformation projective de la variable *indépendante*.

MÉCANIQUE. — *Sur une expérience de cours relative à la rotation de la Terre.* Note [1] de M. **Louis Maillard**, présentée par M. Poincaré.

L'expérience de Perrot [2] montre l'effet de la composante verticale de la rotation diurne sur les corps en mouvement; à petite échelle, elle offre une

---

(1) Présentée dans la séance du 10 août 1908.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXIX; *Bulletin de la Société astronomique de France*, 1905.

image de la déviation des projectiles. Il était naturel de supposer que l'effet de la composante horizontale pourrait devenir manifeste dans une expérience de cours donnant une image de la déviation, vers l'Est, des corps tombant d'une grande hauteur.

Le principe appliqué est celui-ci : *diminuer la vitesse des mouvements pour en augmenter la durée.*

Théorie. — Un point matériel, soustrait à l'action de la pesanteur, est entraîné suivant la verticale et parcourt une hauteur h avec une accélération $-k$. Déterminer son mouvement relatif en tenant compte de la rotation de la Terre.

Axes rectangulaires : $+Ox$, Sud ; $+Oy$, Est ; $+Oz$, verticale descendante. Conditions initiales : pour $t=0$, $x=y=z=0$,

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)_0=0, \qquad \left(\frac{dy}{dt}\right)_0=0, \qquad \left(\frac{dz}{dt}\right)_0=v_0=\sqrt{2kh}.$$

Les équations du mouvement sont :

$$\frac{d^2x}{dt^2}=2\omega\sin\lambda\frac{dy}{dt},$$
$$\frac{d^2y}{dt^2}=2\omega\left(\cos\lambda\frac{dz}{dt}-\sin\lambda\frac{dx}{dt}\right),$$
$$\frac{d^2z}{dt^2}=-k-2\omega\cos\lambda\frac{dy}{dt}.$$

Il s'ensuit :

$$v^2=v_0^2-2kz=2k(h-z),$$
$$\frac{d^2y}{dt^2}+4\omega^2y=2\omega\cos\lambda(v_0-kt);$$
$$2\omega y=\cos\lambda\left[v_0(1-\cos2\omega t)-k\left(t-\frac{\sin2\omega t}{2\omega}\right)\right],$$
$$2\omega x=\sin\lambda\cos\lambda\left[v_0(2\omega t-\sin2\omega t)+\frac{k}{2\omega}(1-\cos2\omega t-\omega t^2)\right],$$
$$z=v_0t-\frac{1}{2}kt^2+\cos^2\lambda\left[\frac{1}{2}kt^2-v_0\left(t-\frac{\sin2\omega t}{2\omega}\right)-\frac{k}{4\omega^2}(1-\cos2\omega t)\right],$$

ou, en développant :

$$y=\omega t^2\cos\lambda\left(v_0-\frac{1}{3}kt\right)-\frac{1}{3}\omega^3t^4\cos\lambda\left(v_0-\frac{1}{5}kt\right),\qquad \ldots,$$
$$x=\frac{1}{3}\omega^2t^3\sin\lambda\cos\lambda\left(2v_0-\frac{1}{2}kt\right),\qquad \ldots,$$
$$z=v_0t-\frac{1}{2}kt^2-\frac{1}{3}\omega^2t^3\cos^2\lambda\left(2v_0-\frac{1}{2}kt\right),\qquad \ldots.$$

Dans notre expérience, les termes en ω^3, ... sont négligeables, mais non ceux en ω^2; pourvu que t soit suffisamment grand, la déviation x (vers le Sud) devient observable.

Expérience. — Un tube en laiton, de 10^{cm} de diamètre extérieur et de 3^m de haut, entouré d'une gaine isolante et prolongé à sa partie inférieure par un manchon de verre de 20^{cm}, a été fixé verticalement, à 50^{cm} de distance, au mur d'un souterrain du château de Lausanne. La stabilité est assurée. Un fond étanche, vissé à un rebord métallique, ferme le manchon; quatre robinets y sont fixés excentriquement, suivant les diamètres nord, sud, est, ouest, déterminés à la boussole (déclinaison, 12°); une pointe de 5^{cm} de long est vissée au centre du fond: avec un fil à plomb, elle permet de vérifier la verticalité du tube. Le fond même est horizontalisé au moyen de quatre petits niveaux sphériques fixés entre les robinets. Sur le tube, une plaque de verre. L'appareil, construit avec le plus grand soin, a été utilisé pour deux variantes de l'expérience.

I. A la pointe centrée du fond, on fixe un fil de cocon (10^{cm} à 15^{cm}) qui retient une très légère bulle de verre (5^{mm} à 10^{mm} de diamètre). Quand le tube est rempli d'eau, on a un petit ballon captif. Si on ouvre l'un des robinets placés côté nord et côté sud, ou préférablement les deux ensemble, de façon à vider le tube en 15 minutes au moins, on observe qu'au moment où le liquide est descendu à son niveau, la bulle, devenue libre, est entraînée vers l'Est par le mouvement de la couche superficielle. La déviation initiale est facile à constater, la bulle se déplaçant derrière deux petits fils à plomb disposés près du manchon, l'un au Nord, l'autre au Sud. Si l'eau continue à s'écouler, la bulle flottante et décentrée est attirée par les bords et, au bout de quelques secondes, elle va se coller au manchon. Une bande de papier graduée permet d'apprécier à 1° ou 2° près la position finale.

Des essais préliminaires sont indispensables: on verse dans le tube 1^l ou 2^l d'eau seulement; l'équilibre établi, on ouvre, dans un ordre déterminé, l'un ou l'autre des robinets. Une bulle bien arrondie, bien équilibrée et bien attachée doit se déplacer dans une direction quelconque. Les petits ballons dont les essais révèlent des allures systématiques sont écartés.

Une série de 20 expériences a donné les résultats suivants :

Déviations :	vers l'Est......	18	Déviations :	vers l'Ouest....	0
»	vers le Sud....	16	»	vers le Nord....	2

(2 expériences nulles.)

Les résultats fournis par d'autres séries sont tout à fait concordants. La résultante est à 20° *au Sud-Est*, pour une durée moyenne de 20 minutes.

II. On peut éviter l'emploi délicat des bulles de verre en plaçant sur l'eau de petits flotteurs en paraffine, de 5^{mm} à 8^{mm} de diamètre, coulés dans un moule circulaire, et pesant quelques centigrammes. Une pièce mobile, percée d'un trou centré, permet de placer le flotteur.

Une série de 18 expériences, confirmée par d'autres, a donné :

Déviations : vers l'Est......	17	Déviations : vers l'Ouest....	0
» vers le Sud	15	» vers le Nord ...	2

(2 expériences nulles.)

Les déviations vers le Sud sont mesurées, à partir de l'Est, par les angles suivants : -10° (Nord); $+30^\circ$, 35°, 20°, 10°, 45°, 15°, 25°, 30°, 10°, 35°, 25°, 5°, 15°, 10°, 15°. Moyenne, *environ* 20°, pour une durée moyenne de 20 minutes.

La contre-épreuve montre que si l'eau n'est pas tout à fait tranquille, si sa hauteur est trop faible, si le débit est trop rapide, la déviation initiale est nulle; bulle et flotteur sont entraînés directement du côté d'un orifice ouvert.

La valeur théorique de x, pour $t = 20$ minutes; $K = 1^{cm},5$; $v_0 = 30^{cm}$, est

$$x = 1^{cm},14.$$

La distance finale du centre de la bulle ou du flotteur au centre du fond est de 3^{cm} à 4^{cm}; pour $r = 3,5$, $x = 18^\circ,7$. Nous ne nous sommes pas placés dans les conditions d'une expérience de précision, mais les résultats quantitatifs peuvent être considérés comme satisfaisants.

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Sur une forme particulière à laquelle on peut réduire les équations différentielles des trajectoires des corpuscules électrisés dans un champ magnétique.* Note de **M. C. Störmer**, présentée par M. Poincaré.

Dans trois Notes précédentes (¹) nous avons traité les équations générales des trajectoires des corpuscules électrisés dans un champ magnétique. Dans la présente Note, nous allons développer une forme remarquable de ces mêmes équations, forme rappelant les équations canoniques de la Mécanique.

(¹) *Comptes rendus* des 2, 9 et 23 mars 1908.

Partons des équations en coordonnées cartésiennes

$$(\text{I})\qquad \begin{cases} \lambda \dfrac{d^2 x}{ds^2} = Z \dfrac{dy}{ds} - Y \dfrac{dz}{ds}, \\ \lambda \dfrac{d^2 y}{ds^2} = X \dfrac{dz}{ds} - Z \dfrac{dx}{ds}, \\ \lambda \dfrac{d^2 z}{ds^2} = Y \dfrac{dx}{ds} - X \dfrac{dy}{ds}, \end{cases}$$

où X, Y et Z sont les composantes de la force magnétique, le long des axes de coordonnées; x, y et z les coordonnées d'un point de la trajectoire, et s l'arc de celle-ci; enfin λ est une constante dépendant de la nature du corpuscule.

Nous supposons vérifiée la condition

$$(\text{II})\qquad \frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\partial Z}{\partial z} = 0,$$

ce qui aura lieu en particulier si le champ magnétique dérive d'un potentiel newtonien. Alors, comme on le sait (1), X, Y et Z peuvent s'exprimer à l'aide de deux autres fonctions U et W de la manière suivante :

$$(\text{III})\qquad \begin{cases} X = \dfrac{\partial U}{\partial y} \dfrac{\partial W}{\partial z} - \dfrac{\partial U}{\partial z} \dfrac{\partial W}{\partial y}, \\ Y = \dfrac{\partial U}{\partial z} \dfrac{\partial W}{\partial x} - \dfrac{\partial U}{\partial x} \dfrac{\partial W}{\partial z}, \\ Z = \dfrac{\partial U}{\partial x} \dfrac{\partial W}{\partial y} - \dfrac{\partial U}{\partial y} \dfrac{\partial W}{\partial x}. \end{cases}$$

Les lignes de forces du champ magnétique sont alors les lignes d'intersection des surfaces V = const. et W = const.

En introduisant ces valeurs, le système I devient :

$$(\text{I}')\qquad \begin{cases} \lambda \dfrac{d^2 x}{ds^2} = \dfrac{\partial W}{\partial x} \dfrac{dU}{ds} - \dfrac{\partial U}{\partial x} \dfrac{dW}{ds}, \\ \lambda \dfrac{d^2 y}{ds^2} = \dfrac{\partial W}{\partial y} \dfrac{dU}{ds} - \dfrac{\partial U}{\partial y} \dfrac{dW}{ds}, \\ \lambda \dfrac{d^2 z}{ds^2} = \dfrac{\partial W}{\partial z} \dfrac{dU}{ds} - \dfrac{\partial U}{\partial z} \dfrac{dW}{ds}. \end{cases}$$

Cela posé, introduisons des variables curvilignes quelconques q_1, q_2, q_3 en suivant le procédé ordinaire pour établir les équations de Lagrange. Avec

(1) Voir, par exemple, Jacobi, *Theoria novi multiplicatoris æquat. diff.* (*Crelle*, t. 27, p. 224).

les notations de ma Note du 2 mars, on trouve alors le système

$$\text{(IV)}\qquad \lambda\left[\frac{d}{ds}\left(\frac{\partial T}{\partial q'_i}\right)-\frac{\partial T}{\partial q_i}\right]=\frac{\partial W}{\partial q_i}\frac{dU}{ds}-\frac{\partial U}{\partial q_i}\frac{dW}{ds}\qquad (i=1, 2, 3).$$

En choisissant en particulier

$$q_2=U,\qquad q_3=W,$$

il viendra

$$\text{(V)}\qquad \begin{cases} \dfrac{d}{ds}\left(\dfrac{\partial T}{\partial q'_1}\right)-\dfrac{\partial T}{\partial q_1}=0,\\[2mm] \dfrac{d}{ds}\left(\dfrac{\partial T}{\partial q'_2}\right)-\dfrac{\partial T}{\partial q_2}=-\dfrac{1}{\lambda}q'_3,\\[2mm] \dfrac{d}{ds}\left(\dfrac{\partial T}{\partial q'_3}\right)-\dfrac{\partial T}{\partial q_3}=\dfrac{1}{\lambda}q'_2.\end{cases}$$

Enfin introduisons avec Poisson, au lieu de q'_1, q'_2, q'_3, les nouvelles variables p^1, p^2, p^3, définies par les relations

$$\frac{\partial T}{\partial q'_1}=p_i\qquad (i=1, 2, 3).$$

Par des procédés connus, on trouve alors le système suivant :

$$\text{(VI)}\qquad \begin{cases} \dfrac{dq_1}{ds}=\dfrac{\partial T}{\partial p_1}, & \dfrac{dp_1}{ds}=-\dfrac{\partial T}{\partial q_1},\\[2mm] \dfrac{dq_2}{ds}=\dfrac{\partial T}{\partial p_2}, & \dfrac{dp_2}{ds}=-\dfrac{\partial T}{\partial q_2}-\dfrac{1}{\lambda}\dfrac{\partial T}{\partial p_3},\\[2mm] \dfrac{dq_3}{ds}=\dfrac{\partial T}{\partial p_3}, & \dfrac{dp_3}{ds}=-\dfrac{\partial T}{\partial q_3}+\dfrac{1}{\lambda}\dfrac{\partial T}{\partial p_2};\end{cases}$$

ce sont les équations cherchées. Rappelons que

$$2T=\sum M_{ik}p_ip_k,$$

les M_{ik} étant définies dans ma Note du 2 mars.

On voit qu'on peut effectuer une intégration première toutes les fois que l'on a

$$\alpha\frac{\partial T}{\partial q_1}+\beta\frac{\partial T}{\partial q_2}+\gamma\frac{\partial T}{\partial q_3}=0,$$

α, β et γ étant trois constantes ; donc, en particulier, si T est fonction de deux seulement des variables q_1, q_2, q_3.

Remarquons enfin que si l'on a une intégrale première des systèmes (VI),

ayant la forme

$$T(q_2, q_3) = 0 \qquad (q_2 = U,\ q_3 = W),$$

cette équation représentera une surface sur laquelle les trajectoires correspondantes sont des *lignes géodésiques*. En effet cette surface est engendrée par des lignes de force du champ magnétique et, comme la normale principale de la trajectoire est normale à la tangente et à la force magnétique, elle sera normale à la surface, ce qui démontre la proposition ([1]).

PHYSIQUE. — *L'origine du mouvement brownien*. Note de M. **Jean Perrin**, transmise par M. J. Violle.

J'ai indiqué un moyen de juger par l'expérience ([2]) l'hypothèse qui fait l'agitation moléculaire cause du mouvement (Gouy). Je résume ici les recherches que j'ai continuées dans ce sens.

J'ai opéré sur diverses émulsions de gomme gutte, formées chacune de grains à peu près égaux, dont j'ai mesuré le rayon, la densité et la concentration en différents niveaux.

Comme je l'ai dit, cette concentration décroît de façon exponentielle en fonction de la hauteur. J'en avais donné un exemple où la concentration passait de 2 à 1. En voici un plus étendu où se marque de façon bien accusée la décroissance exponentielle. Il se rapporte à une émulsion dont les granules avaient pour rayon $0^\mu,21$. Le dénombrement de ces granules aux quatre niveaux

$$h \qquad h + 40^\mu \qquad h + 80^\mu \qquad h + 120^\mu$$

a donné les nombres

$$100 \qquad 47 \qquad 22,6 \qquad 12$$

pratiquement égaux aux nombres

$$100 \qquad 48 \qquad 23 \qquad 11,1$$

qui sont exactement en progression géométrique.

Il s'agit ici d'émulsions *diluées*. Il va de soi que si, par exemple, à un certain niveau la concentration des grains précédents était telle que le volume

---

([1]) Cf. la Note de M. Poincaré (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 930), traitant le cas d'un seul pôle magnétique.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 167.

des grains fût le quart du volume intergranulaire, on ne trouverait pas une concentration huit fois plus grande 120 microns plus bas.

De même, la pression osmotique due au mouvement brownien des granules, proportionnelle à leur concentration dans les émulsions étendues, cessera de l'être pour les émulsions concentrées. Or c'est seulement pour des solutions colloïdales *concentrées* qu'on a pu déceler (Malfitano) et mesurer (J. Duclaux) des pressions osmotiques. Mes calculs de pression s'appliquent aussi peu à ces cas que la loi de Mariotte à l'air quand il a la densité de l'eau (Amagat). Il se peut qu'une généralisation plus ou moins analogue à celle de Van der Waals donne un jour par voie cinétique la pression osmotique des émulsions concentrées, mais je n'ai pas étudié ce point.

Pour les émulsions diluées, la pression osmotique sera kn, n étant la concentration des granules. Si la théorie cinétique est exacte, cette pression est égale à celle que produiraient dans le même volume le même nombre de molécules d'un gaz parfait quelconque, c'est-à-dire à $n\frac{RT}{N}$, R étant la constante des gaz, T la température absolue, et N le nombre de molécules contenues dans 1 molécule-gramme quelconque. Les diverses évaluations de N, encore notablement différentes, mais concordantes comme ordre de grandeur, se placent de part et d'autre de 6.10^{23}. Le coefficient k doit donc être indépendant de la nature des granules et voisin (à la température de 22°) de 40.10^{-15}.

Or j'ai montré comment la connaissance de la répartition des granules permet de calculer k. En première approximation j'avais trouvé la valeur 36.10^{-15}. Mais j'avais fait quelques erreurs, en particulier sur la densité des granules (comme J. Duclaux l'a très justement fait observer, sans en donner je crois la raison exacte qui a son intérêt et que j'expliquerai). Toutes rectifications faites, ma première émulsion donne pour k la valeur $42,5.10^{-15}$ qui a bien l'ordre de grandeur prévu, et correspond à $N = 5,7.10^{23}$.

Pour comprendre la sensibilité de cette vérification, il faut songer qu'avant expérience on pouvait aussi bien supposer que sur 100^{μ} de hauteur la chute de concentration serait négligeable (ce qui eût donné pour k une valeur pratiquement *infinie*) ou que tous les granules finiraient par se rassembler au fond (ce qui aurait donné pour k une valeur *nulle*).

L'accord est donc extrêmement frappant, mais en raison du jeu qui subsiste pour la constante N, il est désirable de voir si d'autres grains conduisent aux mêmes valeurs ou seulement à des valeurs du même ordre de grandeur.

J'ai donc préparé une nouvelle émulsion, où les granules étaient environ 8 fois plus lourds que les précédents. Leur étude m'a donné pour k la valeur $40,4.10^{-15}$ (et par suite pour N la valeur $6,0.10^{23}$).

Une émulsion de grains plus gros encore, à peu près 27 fois plus lourds que les premiers, a donné 44.10^{-15} pour k (et par suite $5,4.10^{23}$ pour N). Ces granules sont si gros qu'il suffit de s'élever de 8^{μ} dans l'émulsion pour que leur concentration tombe au quart de sa valeur (il faut 12^{km} dans l'atmosphère pour obtenir la même raréfaction). On peut, en abrégeant, dire que ce sont les molécules d'un gaz parfait dont la molécule-gramme pèserait environ 300000^t ($H^2 = 2^g$). Au soleil, on peut les voir grouiller dans l'émulsion avec une forte loupe.

Les chiffres précédents concordent, dans les limites de précision des expériences. Cette concordance ne peut guère laisser de doutes sur l'exactitude rigoureuse de la théorie cinétique du mouvement brownien.

Mais un résultat nouveau s'obtient dès lors par surcroît : reprenant avec autant de soin que possible une expérience analogue aux précédentes, on pourra déterminer, avec une précision que je crois inconnue jusqu'ici, la constante universelle N et diverses constantes qui en dépendent, parmi lesquelles la charge de l'atome d'électricité ou corpuscule.

THERMO-ÉLECTRICITÉ. — *Sur la thermo-électricité du cobalt.* Note de M. H. **Pécheux**, transmise par M. J. Violle.

J'ai réalisé un couple cobalt-cuivre avec un fil prismatique de cobalt à peu près pur (carbone et silicium, 0,2 pour 100; traces de fer) et un fil cylindrique de cuivre électrolytique. Les soudures ont été faites au chalumeau et les deux fils parfaitement isolés à l'amiante. Ce couple était disposé, parallèlement à un couple pyrométrique platine-platine iridié, dans un tube de porcelaine de 15^{mm} de diamètre, chauffé horizontalement dans un four à gaz Mermet, les soudures des deux couples étant très voisines et séparées par une feuille d'amiante. Chaque couple était relié à un galvanomètre Deprez-d'Arsonval; les précautions étaient prises pour éviter les forces électromotrices parasites.

J'ai soumis les couples à six expériences, à des intervalles de temps différents; chaque expérience durait 4 heures et était poussée jusqu'à 900°. Les forces électromotrices du couple cobalt-cuivre étaient relevées de 40° en 40°, les températures étant fournies par le couple platine-platine iridié.

Les chiffres obtenus au refroidissement, aussi lent que possible, ont seuls été conservés [1].

La courbe des forces électromotrices E présente, à 550°, un point d'inflexion; sa concavité, de 20° à 550°, étant tournée vers l'axe des forces électromotrices. Il existe, dans cette courbe, trois régions distinctes :

La première, de 20° à 280°, se confond *très sensiblement* avec la parabole (E_0^t = force électromotrice thermo-électrique entre 0° et $t°$)

$$(1) \qquad E_0^t = 20{,}51\,t + 0{,}027\,t^2,$$

les écarts obtenus ne dépassant par les erreurs possibles d'expérience.

La seconde, de 280° à 550°, dans laquelle la force électromotrice croît moins rapidement; elle se confond, mais de 340° à 550° seulement, avec la parabole

$$(2) \qquad E_0^t = 24{,}75\,t + 0{,}0135\,t^2.$$

La troisième, de 550° à 900°, se confond de 580° à 900° avec la parabole

$$(3) \qquad E_0^t = -10{,}314 + 62{,}59\,t - 0{,}0217\,t^2.$$

Il existe donc deux températures auxquelles le cobalt subit une transformation moléculaire, la première à 280°, la seconde à 550° [2].

De 900° à 1040°, c'est-à-dire jusqu'à la fusion de la soudure du couple, la force électromotrice cobalt-cuivre continue à varier paraboliquement.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'*oleuropéine, *nouveau principe de nature glucosidique retiré de l'Olivier* (Olea europaea L.). Note de MM. **Em. Bourquelot** et **J. Vintilesco.**

Les feuilles et l'écorce d'Olivier, employées autrefois en médecine comme fébrifuges, ont fait l'objet de recherches chimiques nombreuses,

---

(1) J'ai expérimenté aussi avec le pyromètre nickel pur-cuivre qui présente, sur le précédent, l'avantage d'être comparable au couple cobalt-cuivre, quelle que soit la vitesse de refroidissement.

(2) De 280° à 340° d'abord, de 550° à 580° ensuite, les forces électromotrices du couple cobalt-cuivre sont *peu éloignées* de celles fournies par les paraboles (1) à (2) et (3), mais les écarts obtenus dépassent sensiblement les erreurs de lecture au galvanomètre.

effectuées surtout avec l'espoir d'en extraire un principe immédiat, alcaloïde ou glucoside, auquel on pût rapporter leurs propriétés médicamenteuses. Ces recherches, en ce qui concerne l'existence d'un tel principe, n'ont abouti jusqu'ici à aucun résultat.

Cependant, en 1888, G. Körner [1] émettait l'hypothèse que l'olivile, composé cristallisé retiré de la gomme de l'Olivier, devait provenir du dédoublement d'un glucoside existant dans la plante; il fit, mais sans succès, quelques essais pour étudier cette hypothèse. Plus tard, le même chimiste établit les liens qui rattachent, à la coniférine, la syringine, glucoside du Lilas et du Troène commun, Oléacées voisines de l'Olivier. Plus tard encore (1903), Körner et Vauzetti montrèrent qu'il existe une parenté éloignée entre l'olivile et le noyau coniférylique, ce qui rattachait intermédiairement l'olivile à la syringine et, en même temps, reportait l'esprit vers l'hypothèse ancienne de Körner.

Nous avons donc pensé qu'il y avait intérêt à reprendre la recherche d'un glucoside dans l'Olivier. Mais, pour ne pas travailler au hasard, nous avons, avant toute tentative d'isolement, appliqué à cette plante la méthode biochimique imaginée par l'un de nous en 1901 [2], méthode susceptible de renseigner rapidement sur l'existence, dans un végétal, d'un glucoside hydrolysable par l'émulsine.

Cette méthode nous a révélé l'existence, dans toutes les parties de l'Olivier (écorce, feuilles, fruits) d'un glucoside en proportions assez élevées et variant avec l'époque de la végétation. C'est ainsi qu'en faisant agir l'émulsine sur une solution extractive, dont 100^{cm^3} représentaient 100^g d'organe frais, on a observé un retour vers la droite du plan de polarisation de :

$1°32'$ pour des feuilles cueillies à Hyères le 6 avril 1907;

$4°34'$ pour des olives cueillies à Hyères le 30 juillet 1907;

$44'$ pour des olives cueillies à Hyères le 8 novembre 1907.

En même temps il s'était formé, pour 100^{cm^3} de solution : dans le premier cas $0^g,700$; dans le deuxième, $2^g,010$; dans le troisième, $0^g,305$ de sucre réducteur.

Pour extraire le glucoside, nous avons traité, ainsi qu'il suit, les organes

---

(1) *Gazz. chim. ital.*, t. XVIII, p. 209.

(2) Em. Bourquelot, *Recherches, dans les végétaux, du sucre de canne à l'aide de l'invertine et des glucosides à l'aide de l'émulsine* (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 690).

dans lesquels, d'après ces résultats, il était le plus abondant, feuilles et jeunes olives.

Avec 2000^g de jeunes olives fraîches et de l'alcool à 95° bouillant, on prépare un extrait alcoolique (300^g) qu'on épuise, à chaud, à dix reprises, par de l'éther acétique saturé d'eau, en employant chaque fois 500^{cm^3} de dissolvant. On distille la solution éthérée et l'on obtient environ 80^g d'extrait qu'on reprend par l'eau distillée chaude jusqu'à ce que les liquides d'extraction soient inactifs sur la lumière polarisée. On obtient ainsi 2000^{cm^3} de solution aqueuse qu'on distille, sous pression réduite, en consistance d'extrait mou. On purifie cet extrait en l'épuisant d'abord à froid par de l'alcool à 95°, ce qui donne une solution qu'on distille. On reprend le résidu par de l'éther acétique sec, on distille et l'on reprend ce nouveau résidu par de l'alcool absolu. Enfin, on évapore la solution alcoolique au bain-marie; on achève la dessiccation dans le vide et l'on réduit en poudre. Le produit pesait 40^g. Dans les mêmes conditions, 2000^g de feuilles fraîches en ont fourni 15^g seulement.

Bien que ce glucoside, que nous désignons sous le nom d'*oleuropéine*, n'ait pas été obtenu à l'état cristallisé, malgré de nombreux essais, on peut cependant le considérer, tel que nous l'avons préparé, comme relativement pur, car, retiré des feuilles ou des olives, il possède à peu près les mêmes propriétés.

L'oleuropéine ainsi obtenue se présente sous forme d'une poudre légèrement jaunâtre, assez soluble dans l'eau froide et dans l'alcool chaud; insoluble dans l'éther. Sa saveur est franchement amère. Son pouvoir rotatoire est très voisin de — 127°

$$\alpha_D = -127^\circ,9 \qquad (v = 150^{cm^3};\ l = 2;\ p = 3^g,026;\ \alpha = -5^\circ,166).$$

Ses solutions aqueuses sont colorées en jaune par les alcalis, en rouge sang par l'acide sulfurique concentré et en vert par le perchlorure de fer dilué. Elles réduisent la liqueur cupro-potassique. La réduction est plus forte après hydrolyse par l'acide sulfurique dilué.

L'oleuropéine est incomplètement précipitable de ses solutions aqueuses par le sous-acétate de plomb. Elle est hydrolysée par l'émulsine et par l'acide sulfurique dilué bouillant. Le sucre qui se forme dans cette hydrolyse a été séparé à l'état pur et cristallisé, et identifié avec le glucose *d*. L'oleuropéine est donc, comme tous les glucosides hydrolysables par l'émulsine, connus jusqu'ici, un glucoside lévogyre dérivé du glucose ordinaire.

Ajoutons que nous avons constaté, dans les feuilles d'Olivier et dans les olives, la présence de l'émulsine, c'est-à-dire d'un ferment agissant sur l'amygdaline, la salicine et sur le glucoside de l'Olivier lui-même.

PHYSIOLOGIE. — *Rôle du système nerveux dans les changements de coloration chez la grenouille.* Note de M. E. **Sollaud**, présentée par M. Gaston Bonnier.

On sait que les grenouilles, comme un grand nombre d'autres vertébrés inférieurs, jouissent de la curieuse propriété de changer rapidement de coloration. Ce phénomène s'explique par le jeu de gros chromoblastes noirs, doués de mouvements amiboïdes, qu'on trouve répandus en grand nombre dans l'assise supérieure du derme; tantôt ils émettent de longs pseudopodes ramifiés, et l'animal revêt alors sa livrée sombre; tantôt ils se rétractent en petites masses plus ou moins sphériques, et l'animal prend une coloration claire due à la présence dans le derme d'autres éléments chromatiques: chromoblastes jaunes immobiles, et iridocystes réfléchissant fortement les rayons lumineux.

Divers facteurs, lumière, chaleur, etc., peuvent agir directement sur les mouvements des cellules pigmentaires noires; mais on a reconnu depuis longtemps que ces mouvements étaient soumis en outre à l'influence du système nerveux. Certains auteurs (Goltz, etc.) pensaient que cette influence était indirecte, et ils invoquaient des variations dans la circulation périphérique, dues à l'action des vasomoteurs; cette hypothèse fut abandonnée lorsque Ballowitch découvrit les terminaisons nerveuses pigmentaires chez les poissons osseux. J'ai réussi à mettre en évidence, par la méthode de l'or, des terminaisons analogues chez la grenouille: un chromoblaste reçoit, en général, plusieurs fibres, qui se ramifient à son voisinage immédiat en filets nerveux délicats, d'aspect noduleux, fréquemment anastomosés; malheureusement l'opacité du pigment noir ne permet pas d'apercevoir les terminaisons réelles au contact même de l'élément.

Les agents les plus divers sont capables de provoquer, par réflexe, une réaction motrice de la part des cellules pigmentaires; mais la manifestation la plus intéressante de la fonction chromatique consiste en ce qu'on a appelé l'*homochromie mobile*, par laquelle le ton de l'animal, grâce aux mouvements d'expansion ou de retrait des chromoblastes noirs, s'harmonise plus ou moins avec celui du fond. Ce phénomène est sous la dépendance directe des impressions visuelles, ainsi que l'a établi Dutartre en reproduisant sur la grenouille les expériences réalisées précédemment par Pouchet sur les

poissons osseux; mais cet auteur admettait une seule sorte de nerfs chromatiques, provoquant le retrait des chromoblastes. Plus tard, Carnot émit l'hypothèse que les mouvements pigmentaires étaient commandés par deux ordres de nerfs. Mes expériences, qui ont porté sur deux espèces, *Rana esculenta* et *R. temporaria*, ont confirmé cette dernière manière de voir : l'homochromie mobile résulte de la mise en jeu de deux réflexes, tous deux à point de départ rétinien, l'un chromo-constricteur, ou chromo-excitateur, qui parvient seul jusqu'aux éléments colorés mobiles de la peau; l'autre chromo-dilatateur agissant par inhibition et permettant à ces éléments de revenir à l'état d'expansion, qui correspond à leur état normal chez l'animal vivant.

Plusieurs auteurs avaient reconnu le rôle important de l'appareil sympathique dans la transmission de l'influx nerveux chromo-constricteur; mais ce n'était là qu'une indication assez vague. A la suite de nombreuses expériences, qui ont consisté principalement en sections portant sur différents points, soit de l'axe cérébro-spinal, soit des nerfs rachidiens ou de l'appareil sympathique, je suis arrivé à établir d'une façon précise la voie suivie, de l'encéphale à la périphérie, par chacun des deux réflexes. Voici les résultats de ces recherches :

Les fibres chromo-excitatrices quittent l'axe cérébro-spinal au niveau du plexus brachial, par les deuxièmes et troisièmes nerfs rachidiens, puis passent directement, de chaque côté, dans le cordon du sympathique. Celles qui se rendent à la tête remontent par cette voie jusqu'au ganglion de Gasser, pénétrant à nouveau dans la cavité crânienne; elles en sortent avec le trijumeau. Les autres descendent le cordon sympathique en sens inverse, puis pénètrent, par les rameaux communiquants, dans les nerfs mixtes de la région dorsale et des membres postérieurs; l'excitation de ces nerfs détermine un éclaircissement des parties correspondantes du corps.

Les fibres chromatiques d'arrêt quittent l'encéphale par le trijumeau pour gagner le ganglion de Gasser; chez une grenouille dont le trijumeau droit, par exemple, a été sectionné à l'intérieur du crâne, en amont du ganglion de Gasser, la moitié gauche du corps seule est susceptible de s'assombrir sur fond noir. Les fibres inhibitrices qui se rendent à la région céphalique pénètrent dans les branches du trijumeau. Les autres descendent dans le cordon sympathique cervical, mais l'abandonnent bientôt pour gagner la paroi des vaisseaux du système aortique et se ramifier avec eux à la périphérie de tout le corps; j'ai constaté notamment leur présence dans la paroi de l'artère iliaque, en les détruisant par la chaleur ou par écrasement du vaisseau.

Le centre du réflexe chromo-constricteur occupe la partie postérieure du bulbe; il exerce un tonus constant sur les chromoblastes.

Le centre d'arrêt paraît situé entre les couches optiques et les lobes optiques; une

excitation violente portée en ce point détermine un assombrissement immédiat de tout le corps. Il est intéressant de rappeler que Setschenow a signalé la présence, à peu près dans la même région de l'encéphale, d'un centre inhibitoire des mouvements musculaires; on connaît d'ailleurs l'influence inhibitoire exercée d'une façon générale par les centres supérieurs sur l'activité réflexe bulbo-médullaire.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De la prétendue action abortive du tabac.* Note de M. R. **Robinson**, présentée par M. Dastre.

C'est une idée répandue parmi beaucoup de médecins que l'intoxication tabagique exerce une influence abortive. J'ai montré, par une expérience chez la chienne pleine, qu'il n'en était rien :

L'animal, empoisonné par une quantité considérable d'extrait fluide de *tumbeki* (tabac persan), présentait des symptômes graves d'une intoxication violente, tels : le vomissement, la diarrhée sanguinolente, la paralysie du train postérieur, sans que la gravidité fût interrompue. A la vérité, quelques expérimentateurs ont obtenu un résultat contraire en répétant des expériences analogues chez la lapine et la cobaye. Cela montre seulement qu'il y a une différence très notable entre les différentes espèces d'animaux : la chienne avortant difficilement, tandis que la lapine et la cobaye sont très disposées à le faire, même à la suite d'un léger traumatisme.

Le tabac que j'ai employé est très actif; on ne peut le fumer qu'à l'aide d'un appareil spécial, le *narghilé*, dans lequel la fumée, en passant dans un récipient d'eau, y laisse la plus grande quantité de la matière toxique contenue dans le tabac.

A côté de la chienne, on peut placer la jument pour sa résistance particulière à l'action du tabac. Chez les bêtes de cette espèce, lorsqu'elles présentent les symptômes d'une obstruction intestinale, les vétérinaires d'Orient introduisent dans le rectum une canule adaptée à un producteur de fumée de tabac. Les mouvements respiratoires de l'animal permettent à la fumée de pénétrer dans le côlon, où elle s'absorbe et produit de violentes contractions intestinales et souvent la débâcle. Or la jument pleine n'avorte jamais dans les conditions indiquées.

Enfin je viens de répéter la même expérience chez une chatte pleine, qui, intensément intoxiquée par la fumée de tabac dans une cage, n'a pas avorté.

Si l'on passe à l'espèce humaine, on constate que les résultats se rapprochent des précédents. La femme n'avorte pas par le tabac. J'ai fait une enquête en Orient chez les femmes qui fument du *narghilé*, ou des cigarettes en très grande quantité (30 à 40 par jour), je n'ai pas trouvé un seul cas d'avortement qu'on puisse attribuer au tabac.

Les auteurs qui ont tendance à accepter l'opinion contraire s'appuient

sur la fréquence des cas abortifs observés dans les manufactures de tabac. Mais ces faits sont loin d'avoir une valeur probante. La femme saine résiste facilement aux causes d'avortement. Elle se comporte à cet égard comme les espèces animales, canine, équine, féline. Au contraire, des lésions minimes des organes reproducteurs sont susceptibles d'interrompre la gestation à la suite d'un accident insignifiant.

Or les ouvrières des manufactures de tabac sont en général suspectes à cet égard : en outre, elles sont mal nourries, mal aérées, assez souvent infectées par le gonocoque ou le spirochète.

En réalité, l'action du poison est dissociée suivant l'espèce animale. Tandis que le lapin mange impunément une grande quantité de belladone sans être incommodé, quantité capable de tuer plusieurs hommes, d'autre part une petite quantité de tabac peut produire l'avortement dans cette espèce, tandis qu'elle serait insuffisante pour produire l'avortement dans une espèce différente. En outre, l'innervation utérine de la lapine est en corrélation peut-être plus intime avec le système nerveux général que cela n'a lieu dans l'espèce humaine.

Ce fait, aujourd'hui accepté, explique comment dans un cas l'action du poison peut donner naissance à un phénomène, pendant que ce dernier n'a pas lieu dans un autre organe pourvu d'une innervation indépendante.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Sur la cause des orages magnétiques.* Note de M. K. BIRKELAND.

Dans un Ouvrage *The Norwegian Aurora Polaris Expedition* 1902-1903, dont le premier Volume, *On the cause of magnetic storms and the origine of terrestrial magnetism*, paraîtra dans un mois, j'ai exposé les résultats auxquels je suis arrivé en étudiant des enregistrements magnétiques simultanés de vingt-cinq stations autour du globe terrestre parmi lesquelles mes propres stations à Island, au Spitzberg, à la Nouvelle-Zemble et à Finmarken.

Nous avons d'abord traité les phénomènes les plus simples, que nous avons appelés les *orages élémentaires* et que nous avons classés en cinq espèces différentes.

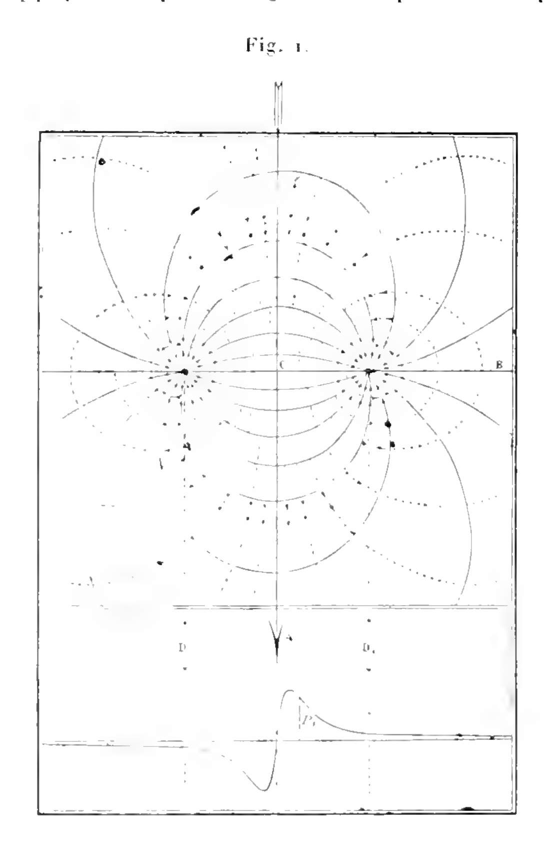
Ensuite nous avons montré que les *orages complexes* peuvent être regardés comme composés par les différentes espèces d'orages élémentaires.

Les orages élémentaires se partagent surtout en quatre catégories : orages équatoriaux positifs et négatifs, orages polaires positifs et négatifs.

La composante de la force de perturbation sous l'orage *équatorial* est dirigée perpendiculairement à l'équateur magnétique, vers le Nord dans les orages positifs, vers le Sud dans les orages négatifs. La composante est presque constante autour de l'équateur et elle devient plus faible vers les plus hautes latitudes.

Le champ horizontal magnétique de perturbation sous un orage *polaire* élémentaire peut se représenter typiquement par le diagramme I, qui s'établit par une sorte de pro-

Fig. 1.



jection zénithale des vecteurs sur un plan tangent à la Terre au centre d'orage C. Les lignes continues sont les lignes de force perturbatrice horizontale, les lignes en pointillé sont des lignes que nous appelons *lignes de courant*.

L'axe principal du système AC est dirigé le long de la zone maximum des aurores polaires, pour les orages positifs vers l'Est, pour les orages négatifs vers l'Ouest. Dans le centre d'orage C, la force perturbatrice horizontale est donc dirigée vers le Nord dans le premier cas, vers le Sud dans le second. Le champ de perturbation se meut pendant l'orage toujours de sorte que son axe principal glisse le long de la zone des aurores.

Quant à la cause de ces perturbations élémentaires, j'ai réussi à concilier avec tous les faits observés ma théorie de succion magnétique par la Terre des corpuscules électriques provenant du Soleil.

J'ai retrouvé d'une manière surprenante, par mes expériences avec une petite sphère (*terrella*) magnétique dans un grand tube de décharge, une répartition des rayons cathodiques autour de la sphère qui correspond tout à fait bien, dans les différents cas, aux différentes espèces d'orages magnétiques observés sur la Terre.

D'abord l'orage *équatorial* négatif s'explique par la formation d'un anneau de rayons cathodiques autour de l'équateur magnétique de la sphère (voir *fig.* 2). Les rayons

Fig. 2.



viennent sur le côté d'après-midi, passent en tournant par le côté de nuit au côté de jour et ainsi de suite.

L'orage *équatorial* positif s'explique par une série d'expériences, dont je ne reproduis ici qu'une photographie (*fig.* 3). La sphère est munie d'un écran phosphorescent comme elle pour les rayons. Les expériences montrent que la grande masse des rayons tournent en changeant de sens devant la sphère, ce sont ces rayons qui se manifestent sur l'écran du côté opposé à la cathode. Ce sont des rayons qui correspondent à peu près aux valeurs de γ comprises entre $-0,5$ et $-0,9$ sur la figure 2 de la belle Note de M. Störmer (*Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 409). Les rayons tournant ainsi devant la Terre expliqueront les forces perturbatrices pendant l'orage équatorial positif.

Les orages *polaires* positifs s'observent généralement sur le côté de l'après-midi de la Terre, tandis que les orages négatifs ont leur centre sur le côté de nuit. On voit souvent aux stations polaires, pendant les orages complexes de longue durée, que l'orage positif se change brusquement en orage négatif quand la station en question entre, par la rotation de la Terre, sur le côté du soir.

J'explique les orages polaires positifs comme les équatoriaux correspondants par des rayons qui tournent à peu près de 180° devant la Terre et l'on voit bien même sur la figure 3 comment les rayons qui descendent dans la *zone d'aurores* de la sphère sont en rapport intime avec les rayons qui tombent sur l'écran.

Fig. 3.



Les orages *polaires* négatifs sont les grands orages sur le côté de nuit et je les explique en renvoyant aux expériences représentées (*fig.* 4*a* et *fig.* 4*b*).

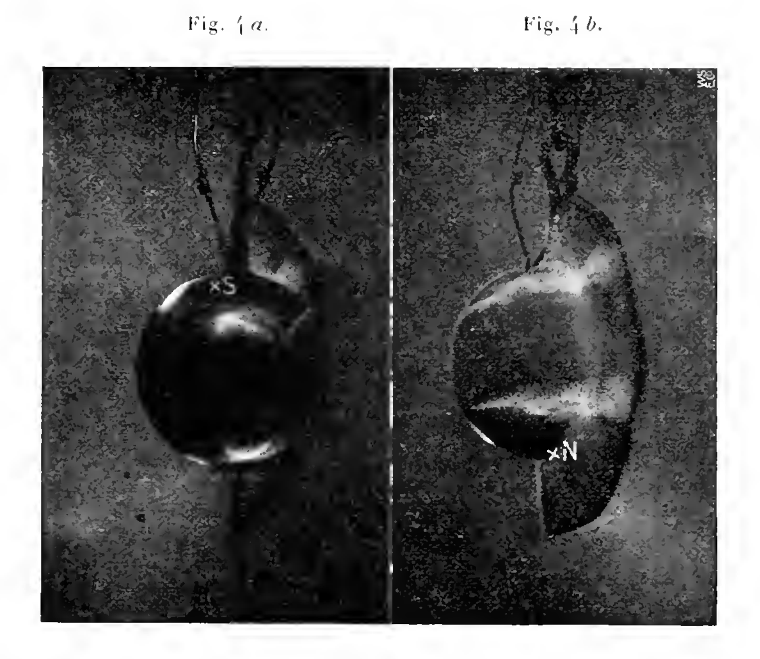
La figure 4*a* montre la descente des rayons sur le côté de l'après-midi tandis que la figure 4*b* de la même expérience montre comment les rayons tournent autour de la sphère sur le côté de nuit. Le plan moyen de l'écran correspond à 6^h du matin.

Je m'imagine donc les rayons s'approchant de la Terre et puis s'en allant pendant des orages polaires négatifs et positifs de la manière qu'indiquent respectivement les schémas 5*a* et 5*b*.

Nous avons montré comment une telle descente des rayons donne lieu approximativement au champ magnétique représenté (*fig.* 1).

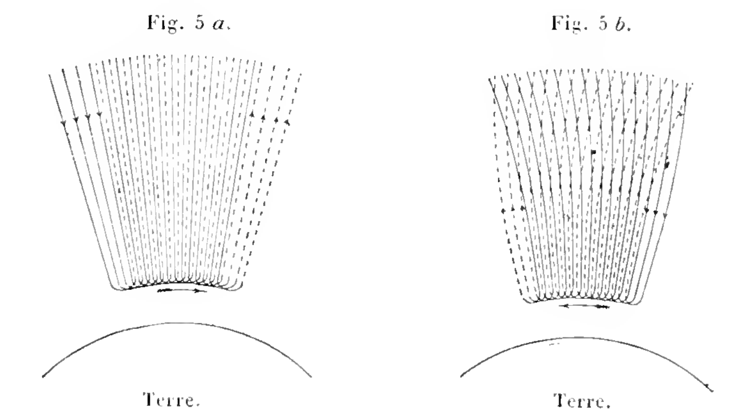
Il est constaté d'une manière concluante et décisive par nos enregistrements qu'une telle descente des rayons produisant un orage rapproché de

Fig. 4 *a*. Fig. 4 *b*.



nos quatre stations norvégiennes est accompagné de forts courants telluriques d'induction qui passent par zéro, en changeant de signe quand l'orage

Fig. 5 *a*. Fig. 5 *b*.



est au maximum. Ces courants telluriques se répartissent certainement sur tout le globe terrestre en donnant naissance à des perturbations magnétiques secondaires.

M. **Gaston Bardou** adresse un Mémoire relatif à la *Navigation aérienne*.

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. D. **Brisset** adresse un travail relatif aux *Propriétés de l'éther*.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 septembre 1908.

Le mode planétaire, par Vincent Arnould. Bruxelles, 1908; 1 fasc. in-8°.

Mémoire de l'Académie de Stanislas (1907-1908), 158e année, 6e série, t. V. Nancy, 1908; 1 vol. in-12.

D'une rive à l'autre du Sahara, par le lieutenant Maurice Cortier. Paris, 1908; 1 vol. in-8°.

Mémorial de l'Artillerie navale, 3e série, t. II. Paris, 1908; 1 vol. in-12.

Annuario da Universidade de Coimbra (anno lectivo de 1907-1908). Coimbra, 1 vol. 1907; in-12.

Annuaire statistique de la ville de Buenos-Ayres, par MM. Charles-T. de Alvear et Albert-B. Martinez, 17e année, 1907. Buenos-Ayres; 1 vol. in-8°.

Die Theorie der Drehung der Erde, von Dr L. de Ball. Wien, 1908; 1 fasc. in-4°.

Jahrbücher der k. k. Zentral-Anstalt für Meteorologie und Geodynamik, Jahrgang 1906. Wien, 1908; 2 fasc. in-4°.

Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, neue Folge, XXII. Leiferung, Bern, 1908; 1 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 14 septembre 1908.

Cours de Chimie inorganique, par Frédéric Swarts. Paris, 1908; 1 vol. in-8°.

Chronométrie, par J. Andrade. Paris; 1 vol. in-12.

La loi de l'attraction universelle considérée comme base fondamentale de l'Univers, par le Dr Marcel Monier. Anvers, 1908; 1 fasc. in-12.

The mind : Its power in the cure of consumption and other diseases, through lung training, voice production and life waves, by Mr. Vernon Drew. Kingston-on-Thames, 1 vol. in-12.

Ueber Beziehungen der Thermo- und Triboelektrizität zur Elektrophysiologie, von Hermann Studte. Berlin-Charlottenburg, 1908; 1 fasc. in-12.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 septembre 1908.

Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine, von H. Rosenbusch; Bd. II. *Massigen Gesteine;* Hälfte 2 : *Ergussgesteine;* vierte neu bearbeitete Auflage, mit 4 Tafeln. Stuttgart, E. Schweizerbart, 1908; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Éléments d'aviation, par Victor Tatin. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1908; 1 fasc. in-8°.

Flora montana Formosæ, an enumeration of the plants found on mount Morrison, the central chain, and other mountainous regions of Formosa at altitudes of 3000 ft.-13000 ft., by B. Hayata, with 41 plates and 16 woodcuts. (*Journal of the College of Science, Imperial University, Tokyo, Japan;* t. XXV, article 19.) Tokyo, 1908; 1 vol. in-4°.

La bialgèbre, par Emmanuel Grigoras. Bucarest, Grigore Luis, 1908; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Festschrift zur Eröffnung des Neubaues der Handelshochschule Cöln, 26 octobre 1907: Cologne, Paul Neubner; 1 fasc. in-8° oblong.

Geological literature added to the geological Society's Library, during the year ended december 31st, 1907. Londres, 1908; 1 vol. in-8°.

E. Merck Annales. Exposé des acquisitions nouvelles dans le domaine de la pharmacothérapie et de la pharmacie; 21e année, 1907. Darmstadt, Eduard Rœther, 1908; 1 vol. in-8°.

Republica de Chile. *Anuario del Servicio meteorolojico de la Direccion del terri-*

torio maritimo; tomo octavo, correspondiente al ano 1906. Valparaiso, 1908; 1 vol. in-4°.

Annales de l'Observatoire royal de Belgique, publiées aux frais de l'État; nouvelle série : *Annales météorologiques*; t. XX, fasc. IV : Cahier 1. *Nouvelles recherches sur la température climatologique*, par J. VINCENT. Cahier 2. *Atlas des nuages*, par J. VINCENT. Bruxelles, Hayez, 1906-1907; 2 fasc. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 SEPTEMBRE 1908.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur deux applications de l'équation de Fredholm à des problèmes de Physique mathématique.* Note de M. **Émile Picard**.

On sait combien d'exemples ont été donnés de questions de Physique mathématique résolues à l'aide de l'équation fonctionnelle de Fredholm. Quand on a pu ramener le problème à une telle équation, il reste en général à examiner si l'on se trouve ou non dans un cas singulier; il peut arriver cependant que des circonstances plus complexes se présentent, soit parce que le problème comporte, outre les fonctions, certaines constantes inconnues, soit parce qu'une discussion est nécessaire pour étudier la nature des fonctions en quelque point singulier. Je me propose d'indiquer ici deux exemples très simples de ces circonstances; j'en ai indiqué les points essentiels dans mon Cours de l'année dernière.

1. Divers auteurs ont déjà étudié une loi d'attraction correspondant à un potentiel plus général que le potentiel newtonien, je veux parler du potentiel de la forme

$$(1) \qquad \frac{e^{-kr}}{r} \qquad (k > 0),$$

et l'on peut notamment consulter à ce sujet le Livre de C. Neumann (¹). Si donc on suppose que la loi des attractions électriques corresponde à la

(¹) C. Neumann, *Allgemeine Untersuchungen über das Newton'sche Princip der Fernwirkungen* (Leipzig), 1896.

fonction de la distance

$$-\frac{d}{dr}\left(\frac{e^{-kr}}{r}\right) \qquad \text{au lieu de} \qquad \frac{1}{r^2},$$

on peut reprendre tous les problèmes relatifs à la distribution de l'électricité; c'est ce qu'a fait Neumann dans le cas des conducteurs sphériques.

Il est facile de voir que le problème général de la distribution électrique correspondant au potentiel (1) se ramène à une équation de Fredholm. Pour abréger, prenons simplement un conducteur C isolé et possédant une certaine charge. Il y a ici à trouver une couche *superficielle* sur la surface du conducteur et la distribution *à l'intérieur* de ce conducteur. Nos inconnues sont donc une densité superficielle ρ_1 et une densité de volume ρ_2 pour l'intérieur de C. Le potentiel total V est donc exprimé par la formule

$$V = V_1 + V_2,$$

en posant

$$V_1 = \int\int \rho_1 \frac{e^{-kr}}{r}\, d\sigma, \qquad V_2 = \int\int\int \rho_2 \frac{e^{-kr}}{r}\, dv,$$

la première intégrale étant étendue à la surface S du conducteur, et la seconde au volume de celui-ci.

Or on démontre de suite que l'on a dans le conducteur

$$(2) \qquad \Delta V = k^2 V - 4\pi\rho_2,$$

formule qui généralise la formule de Poisson.

Comme, à l'intérieur de C, le potentiel est nécessairement constant, il résulte de cette formule que ρ_2 *est une constante*.

Rappelons-nous maintenant que, si l'on pose

$$V_1 = \int\int \frac{\rho_1 e^{-kr}}{r}\, d\sigma,$$

on a pour la dérivée normale intérieure $\frac{dV_1}{dn}$ de ce potentiel de simple couche en un point s de la surface

$$\frac{dV_1}{dn} = \int\int f(r)\cos\psi \,.\, \rho_1^\sigma\, d\sigma - 2\pi\rho_1^s \qquad \left[f(r) = -\frac{d}{dr}\left(\frac{e^{-kr}}{r}\right)\right],$$

où ψ désigne l'angle que fait avec la normale intérieure en s la droite joignant le point s à l'élément $d\sigma$.

Le problème est alors facile à mettre en équation. On a sur la surface S

$$\frac{dV_1}{dn} + \frac{dV_2}{dn} = 0,$$

puisque V est constant dans le conducteur. Nous pouvons donc écrire

$$(3)\qquad \int\int f(r)\cos\psi.\rho_1^\sigma\,d\sigma - 2\pi\rho_1^s + \frac{dV_2}{dn} = 0.$$

Or

$$V_2 = \rho_2\int\int\int\frac{e^{-kr}}{r}\,dv.$$

Il est donc possible de calculer $\frac{dV_2}{dn}$ qui est égal au produit de ρ_2 par une fonction connue du point s sur la surface. On voit que l'équation (3) constitue une équation de Fredholm pour la densité superficielle ρ_1, qui se trouve exprimée alors à l'aide de la constante ρ_2. On est assuré de ne pas être dans un cas singulier, car il est aisé d'établir que, pour l'équation fonctionnelle en ρ

$$(4)\qquad \rho_s - \frac{\lambda}{2\pi}\int\int f(r)\cos\psi.\rho_\sigma\,d\sigma = U_s \qquad \text{(fonction donnée)},$$

les valeurs singulières du paramètre λ ont toutes un module *supérieur* à l'unité ($k \neq 0$), ce qui, par parenthèse, montre que les problèmes relatifs au potentiel (1) sont plus faciles pour k différent de zéro et positif que pour $k = 0$ [1].

---

[1] Ainsi l'intégrale de l'équation

$$\Delta V = k^2 V,$$

continue dans S et pour laquelle $\frac{dV}{dn}$ prend des valeurs données sur S, s'exprime par un potentiel de simple couche

$$V = \int\int \rho\frac{e^{-kr}}{r}\,d\sigma,$$

la densité ρ satisfaisant à l'équation fonctionnelle

$$(\alpha)\qquad \rho_s - \frac{1}{2\pi}\int\int f(r)\cos\psi.\rho_\sigma\,d\sigma = U_s.$$

Il résulte de ce qui a été dit sur l'équation (4) que la solution de cette équation peut être développée suivant les puissances de λ et que la convergence a encore lieu pour $\lambda = 1$, d'où la solution de (α) sous une forme extrêmement simple.

Nous avons trouvé, au moyen de l'équation (3),

$$\rho_1^s = A_s \rho_2,$$

A_s étant une fonction connue du point s de la surface S. On déterminera la constante ρ_2 par l'équation du premier degré

$$\rho_2\left(\int\int A_\sigma \, d\sigma + W\right) = Q,$$

W étant le volume du conducteur et Q la charge donnée. Le problème est ainsi complètement résolu.

Il faut cependant montrer que le coefficient de ρ_2 dans la dernière équation ne peut être nul. On aurait, dans le cas contraire, en prenant pour ρ_2 une constante arbitraire, un équilibre pour lequel la charge serait toujours nulle, et il est aisé de voir qu'on est conduit à une contradiction. En effet, le potentiel total V satisfaisant à l'équation (2) à l'intérieur du conducteur et $\frac{dV}{dn}$ étant nul à la surface, il en résulte que V a la valeur constante $\frac{4\pi\rho_2}{k^2}$ à l'intérieur et sur la surface. *A l'extérieur* V satisfait à l'équation

$$\Delta V = k^2 V.$$

Supposons pour fixer les idées ρ_2 et par suite V positifs sur la surface S; il résulte de propriétés élémentaires de l'équation précédente que la dérivée normale limite *extérieure* (rapportée à la direction de la normale *intérieure*), $\frac{dV'}{dn}$, est positive. Or on a

$$\frac{dV_1}{dn} - \frac{dV_1}{dn} = 4\pi\rho_1^s;$$

comme

$$\frac{dV_2}{dn} - \frac{dV_2}{dn} = 0,$$

on arrive à la conclusion $\frac{dV'}{dn} - \frac{dV}{dn} = 4\pi\rho_1^s$, et, puisque $\frac{dV}{dn} = 0$, il en résulte que la densité superficielle ρ_1 est partout positive (ou nulle). Comme il en est de même de la densité de volume ρ_2, la masse électrique totale ne peut être nulle; ce qui est contradictoire.

2. Prenons, comme second exemple, l'équation

$$\frac{\partial^2\theta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\theta}{\partial y^2} = \frac{1}{C}\frac{\partial\theta}{\partial y},$$

C étant une constante positive, rencontrée par M. Boussinesq dans l'étude du pouvoir refroidissant d'un courant fluide sur un solide, et étudions à son sujet la question suivante qui me fut posée, il y a quelques années, par notre éminent confrère :

*Trouver l'intégrale de cette équation continue à l'*EXTÉRIEUR *d'un contour* Γ, *prenant des valeurs données sur ce contour et s'annulant à l'infini.*

Tout d'abord en posant

$$\theta = e^{\frac{y}{2C}} v,$$

on a pour v l'équation

$$\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} = \frac{1}{4C^2} v.$$

En choisissant convenablement les unités, on peut supposer que $2C = 1$. Il s'agit donc de trouver une intégrale de l'équation

$$\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} = v, \tag{5}$$

prenant des valeurs données sur Γ, et telle que le produit

$$e^{y} v \tag{6}$$

soit nul à l'infini.

Nous avons besoin de considérer une intégrale particulière de l'équation (5) correspondant à l'équilibre calorifique d'une plaque isotrope indéfinie rayonnant au dehors, avec une seule source et nulle à l'infini. Cette solution u, dépendant seulement de la distance r à la source, peut être représentée par

$$u(r) = \int_{-\infty}^{-1} \frac{e^{zr}\, dz}{\sqrt{z^2 - 1}},$$

comme je l'ai montré autrefois; elle devient infinie à l'origine comme $\log \frac{1}{r}$, et de plus

$$u\sqrt{r}\, e^{r} \qquad \text{et} \qquad \frac{du}{dr}\sqrt{r}\, e^{r}$$

tendent vers des limites finies pour $r = \infty$.

Ceci rappelé, nous allons exprimer l'intégrale cherchée sous la forme d'une sorte de potentiel de double couche

$$v = -\int_{\Gamma} \rho \frac{du}{dr} \cos(r, n)\, d\sigma, \tag{7}$$

où r désigne la distance de l'élément $d\sigma$ de Γ au point (x, y), et (r, n)

l'angle formé par cette direction r avec la normale intérieure. On a évidemment

$$v' - v_s = \pi\rho_s,$$

v_s désignant la valeur de v en un point s de Γ, et v' la valeur limite *extérieure* de v en ce point. De là se tire l'équation fonctionnelle donnant ρ; elle peut s'écrire

$$\rho_s + \frac{1}{\pi}\int_{\Gamma} \rho_\sigma \frac{du}{dr} \cos(r, n)\, d\sigma = \text{fonction donnée.}$$

C'est une équation de Fredholm; on n'est pas dans un cas singulier [1], et pour sa résolution effective on pourrait utiliser une remarque analogue à celle que nous avons faite dans la note du n° I. La fonction $v(x, y)$ que nous venons de trouver est pour le point (x, y) s'éloignant indéfiniment de l'ordre de

$$\frac{e^{-R}}{\sqrt{R}},$$

en désignant par R la distance du point (x, y) à un point fixe du plan, l'origine par exemple; cela résulte de la propriété rappelée plus haut de la fonction $u(r)$.

Il est maintenant évident que l'expression (6) s'annule à l'infini, de quelque manière que (x, y) s'éloigne indéfiniment. Nous avons donc trouvé une solution θ de l'équation initiale, prenant les valeurs données sur Γ, et s'annulant à l'infini. La façon dont θ s'annule varie avec la direction suivie par (x, y) en s'éloignant indéfiniment. Nous nous en rendons compte très aisément sur cet exemple simple; dans d'autres problèmes de même nature, où figurent des singularités essentielles, on pourra rencontrer, à cet égard, de sérieuses difficultés.

---

(1) Pour l'établir, il suffit de remarquer que, dans le cas contraire, on pourrait trouver un potentiel (7) de double couche, à densité ρ non nulle, pour lequel la valeur limite extérieure v' sur la courbe Γ serait nulle. Il est clair qu'alors v serait partout nul à l'extérieur. Donc, à cause de la continuité des dérivées normales pour le passage par la courbe, on aurait sur la courbe Γ pour l'intérieur

$$\frac{dv}{dn} = 0.$$

Or, une intégrale de (5), définie à l'intérieur de Γ, et pour laquelle cette condition est vérifiée, est identiquement nulle. Les limites intérieure et extérieure de v sur la courbe Γ étant nulles, la densité ρ est nécessairement égale à zéro, ce qui est contradictoire avec l'hypothèse faite.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *La parthénogenèse expérimentale par les charges électriques.* Note de M. **Yves Delage**.

Guidé par une idée théorique, que j'indiquerai dans un instant, j'ai fait l'expérience suivante :

J'ai fabriqué de petites cuvettes larges et peu profondes dont le fond était formé d'une mince lame de mica, sur laquelle étaient collés, d'un côté un anneau de verre formant la paroi verticale de la cuvette, de l'autre une feuille d'étain. Si l'on emplit la cuvette d'un liquide électrolytique et qu'on mette ce liquide et la feuille d'étain en communication avec les pôles d'une pile, on réalise un petit condensateur électrique dont l'électrolyte constitue l'armature interne. La charge de la feuille d'étain attire celle de l'électrolyte et la condense au ras de la lame de mica.

Si l'on mélange des œufs au liquide électrolytique, ceux-ci se déposent au fond de la cuvette en une mince couche horizontale, dans la région où la densité électrique est maxima, et sont en quelque sorte dans un bain électrique. D'ailleurs il n'y a pas électrolyse, puisqu'il n'y a pas de courant. Un commutateur permet de changer instantanément le signe de la charge de l'électrolyte.

Si, dans un électrolyte approprié (formé de : solution de NaCl isotonique à l'eau de mer, 40 ; solution de saccharose isotonique à l'eau de mer, 40 ; eau de mer, 20), on soumet des œufs vierges de *Paracentrotus* (*Strongylocentrotus*) *lividus* à un bain électrique d'abord positif de 30 minutes, puis négatif de 1 heure 15 minutes dans le condensateur-cuvette ci-dessus décrit, alimenté par une pile fournissant environ 15 volts, et qu'on les reporte ensuite dans l'eau de mer, on obtient des larves nageantes qui, dans le délai normal, se transforment en Pluteus, tout comme celles provenant de la fécondation normale ou des procédés chimiques de parthénogenèse expérimentale. Inutile de dire que des œufs placés pendant le même temps, dans le même véhicule et dans le même appareil, mais sans communication avec la pile, ne fournissent aucune larve.

J'ai été amené à concevoir cette expérience par des considérations théoriques très simples, mais je l'ai tentée sans grande confiance et j'avoue que, lorsque je l'ai vue réussir, mon étonnement n'a pas été moindre que ma satisfaction.

J'ai expliqué dans mes Notes de l'année dernière quelles considérations

théoriques m'avaient conduit à tenter d'obtenir la parthénogenèse expérimentale par l'application successive d'un acide agissant comme coagulant, puis d'un alcali agissant comme liquéfiant de certains des colloïdes ovulaires. Je n'y reviendrai pas (voir *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 220, séance du 22 juillet 1907). Les acides et les alcalis, si l'on met à part ceux qui sont toxiques, ayant à peu près tous la même action, il semble naturel d'attribuer leur action commune à ce qu'ils ont de commun, c'est-à-dire à l'ion H ou à l'ion OH et non à l'élément ou au groupe chimique qui complète, avec ces ions, les acides ou les alcalis. Dès lors il était permis de se demander si le résultat n'était pas imputable à la charge + de l'ion H et à la charge — de l'ion OH. De là l'idée de tenter de remplacer l'acide par un bain électrique positif et l'alcali par un bain négatif.

Dans le procédé chimique, l'alcali devant agir après l'acide et plus longtemps que celui-ci, j'ai soumis les œufs à l'action d'une charge d'abord positive, puis négative, celle-ci plus prolongée : ce procédé dicté par la théorie m'a immédiatement réussi et c'est lui que les expériences comparatives ultérieures ont montré le meilleur.

Voici quelques indications sur le détail des expériences.

J'ai opéré entre les limites de 0 à 35 volts environ et j'ai obtenu des blastules de 3 à 30 volts, optimum pour 15 volts environ. Je n'ai pu mesurer la charge, opération délicate réclamant un outillage qui me faisait défaut. La durée d'action des charges compatibles avec l'obtention de larves a varié de 5 minutes pour la charge + et 20 minutes pour la charge — à 45 minutes pour la charge + et 1 heure 45 minutes pour la charge —.

Comme véhicule électrolytique, je n'ai pu employer le mélange optimum que j'avais déterminé l'an dernier (solution isotonique de saccharose, 70; eau de mer, 30), parce qu'en raison de sa densité, les œufs y flottent, au lieu de gagner le fond de la cuvette où la charge est accumulée. J'ai constitué le liquide convenable indiqué plus haut, moins efficace que l'eau de mer fortement sucrée, mais suffisant et compatible avec les nécessités de l'expérience. Les œufs s'y déposent lentement mais complètement, et il est parfaitement stérile, en ce sens que les œufs ne s'y développent jamais spontanément, c'est-à-dire sans addition de réactifs ou sans application de charges électriques. Je n'aurais pu me contenter d'augmenter la proportion d'eau de mer dans le premier liquide, car, à la dose où il eût fallu la porter, l'eau de mer est inhibitrice, d'où la nécessité de la diluer avec la solution isotonique de NaCl.

On trouvera les autres détails relatifs à ces expériences dans le Mémoire *in extenso* qui va paraître incessamment dans les *Notes et Revue* des *Archives de Zoologie expérimentale*. J'ajouterai seulement ici que, l'idée de les entreprendre m'étant venue tard dans la saison, je n'ai pas eu le temps, surtout avec l'outillage rudimentaire et peu maniable dont je disposais, de varier suffisamment les conditions pour obtenir un optimum certain. Il y a là plusieurs variables indépendantes : voltage, signe des charges

et emploi de celles de l'un et l'autre signe, isolément ou successivement et suivant l'un ou l'autre ordre d'alternance, durée d'application de chacune d'elles, composition du véhicule électrolytique, température (très importante), etc., et l'on sait combien leurs combinaisons presque infinies demandent de temps pour être réalisées et comparées. Aussi, suis-je loin d'avoir conduit le procédé électrique au même point de perfection que celui au tanin et à l'ammoniaque.

Le pourcentage des larves développées par rapport aux œufs non influencés ou aux larves arrêtées dans leur développement est resté faible, au plus 1 pour 100. Mais ce 1 pour 100 représente encore une quantité assez grande de larves, environ 80 dans une pipettée prise au hasard dans une cuvette d'élevage où l'on aurait pu en recueillir vingt autres pareilles, tandis que la cuvette témoin ne fournissait pas une larve. En outre, la proportion des œufs ayant commencé à se développer était souvent très considérable, jusqu'à 60 pour 100, et il est permis de penser qu'une amélioration légère du processus expérimental leur aurait permis de poursuivre leur développement jusqu'au bout.

Le procédé est à perfectionner, mais d'ores et déjà il est établi que le bain d'électricité statique permet de déterminer la parthénogenèse expérimentale.

Quelle explication donner à la parthénogenèse électrique?

Comme pour le procédé aux acides ou au tanin, le fait que l'expérience a suivi la théorie vient à l'appui de la théorie qui avait inspiré l'expérience et prévu les résultats; mais, pas plus que pour le procédé aux acides ou au tanin, il n'y a là une preuve complète de la validité de la théorie : cette concordance peut n'être qu'une coïncidence. Assurément on peut concevoir que la charge + précipite, comme les acides ou le tanin, certains colloïdes négatifs de l'œuf et détermine ainsi la formation de la membrane vitelline, et que la charge négative, comme les alcalis, fait disparaître la membrane nucléaire en dissolvant des colloïdes positifs précipités dont cette membrane serait formée. Mais il y a place pour d'autres explications, d'autant plus que celle-ci a contre elle, comme je l'ai déjà fait remarquer, le fait que l'apparition de la membrane vitelline et la disparition de la membrane nucléaire ont lieu, non dans les réactifs acide ou tannique et ammoniacal, ni dans le bain électrique, mais seulement après que l'œuf a été reporté depuis quelque temps (au moins 2 ou 3 heures) dans l'eau de mer naturelle.

Parmi les autres explications possibles de ces phénomènes, une se présente à mon esprit avec des caractères de probabilité qui retiennent mon attention.

La charge électrique doit modifier la tension superficielle au contact entre l'œuf et le liquide qui le baigne; et cette modification peut retentir sur la nature, ou tout au moins sur la vitesse des échanges osmotiques et surtout dialytiques entre l'œuf et le liquide ambiant. Je dis *surtout dialytiques* parce

que l'osmose n'intervient que comme co-phénomène nécessaire de la dialyse, l'utilité de modifications de la teneur en eau me semblant exclue par les innombrables expériences où j'ai montré que la parthénogenèse s'accomplit en milieu isotonique à l'eau de mer et par conséquent à l'œuf.

L'eau de mer pure est absolument inefficace comme agent de parthénogenèse. Cela tient sans doute à ce qu'elle diffère peu ou point des électrolytes qui imbibent les colloïdes constitutifs de l'œuf et qui sont eux-mêmes inhibiteurs de la parthénogenèse, puisque l'œuf (je parle toujours du *Paracentrotus*) n'est pas naturellement parthénogénétique. Pour rendre l'œuf auto-parthénogénétique, il faut peut-être modifier dans un certain sens la composition de ce milieu électrolytique intérieur, enlever certains constituants ou diminuer leur proportion, en introduire d'autres ou augmenter leur quantité relative. Pour cela il faut placer l'œuf dans un milieu différent de l'eau de mer et constitué de telle façon qu'il puisse, par des échanges dialytiques, amener le suc électrolytique intérieur de l'œuf à la composition convenable. Telle est sans doute la raison pour laquelle, dans toutes les expériences de parthénogenèse expérimentale, on emploie de l'eau de mer considérablement modifiée dans sa constitution [1].

Mais cela ne suffit pas. Il faut encore que ces échanges se fassent assez rapidement, car, hors de l'organisme maternel, l'œuf meurt en peu de temps s'il ne rencontre pas les conditions (spermatozoïde ou agents expérimentaux) qui le font se segmenter. Dès lors on peut concevoir que les charges électriques, en modifiant la tension superficielle, accélèrent les échanges dialytiques entre les électrolytes intérieurs de l'œuf et ceux du milieu artificiel ambiant.

Il se pourrait aussi que l'action spécifique du nickel et du sulfite de soude, que j'ai fait connaître il y a deux ans, celle des acides ou du tanin et de l'ammoniaque, et d'autres encore, se ramènent, pour une part au moins, à une influence de cet ordre.

---

(1) J'ai souvenir d'une expérience, dont je ne puis en ce moment retrouver l'origine, où la parthénogenèse aurait été obtenue en eau de mer concentrée. Cette expérience isolée aurait besoin d'être confirmée. Pour ma part je l'ai souvent tentée sans aucun succès.

J'avais employé le sucre à titre de substance inerte pour diluer les électrolytes de l'eau de mer sans changer la pression osmotique totale. Mais je crois aujourd'hui que son rôle est plus actif, spécifique, car dans de nouvelles expériences, faites cette année, toutes les substances par lesquelles j'ai essayé de le remplacer se sont montrées nuisibles ou inefficaces (mannite, urée, glycérine, alcool, glycocolle, acétamide).

Ces agents spécifiques de la parthénogenèse, chimiques ou physiques, seraient alors des catalyseurs d'une sorte particulière, en ce sens qu'ils seraient, par une action sur la tension superficielle, des accélérateurs des échanges dialytiques nécessaires. Ainsi reviendrait sur l'eau, sous une forme nouvelle et plus précise, la théorie des catalyseurs dont Loeb a fait usage pour expliquer la parthénogenèse expérimentale.

L'explication que je viens d'émettre n'est rien moins que certaine et, dans le Mémoire *in extenso*, j'élève moi-même contre elle diverses objections. Il me suffit qu'elle ne soit pas absurde et que sa vérification soit accessible, dans une certaine mesure, à l'expérience. Dès lors il vaut mieux expérimenter que disenter. C'est ce que je compte faire dès que les circonstances me le permettront.

Je profite de l'occasion de cette Note pour dire où en sont mes tentatives d'élevage de larves parthénogénétiques.

Les deux Oursins qui me restaient l'année dernière de mes expériences de l'été précédent et qui mesuraient, la dernière fois que j'en ai parlé (*Comptes rendus*, séance du 9 décembre 1907), l'un $3^{mm},5$ et l'autre 4^{mm}, ont beaucoup grossi : le premier mesure aujourd'hui environ 12^{mm} et le second 18^{mm} de diamètre, sans les piquants. Ils sont l'un et l'autre en parfait état. J'espère qu'ils atteindront l'été prochain la maturité sexuelle.

J'ai refait cette année des tentatives nouvelles d'élevage, mais beaucoup moins assidues que l'année dernière. Les Pluteus en élevage ne m'ont fourni qu'un nouvel Oursin, mais j'ai encore deux larves à terme qui vont peut-être se fixer. Les Brachiolaria d'*Asterias glacialis* m'ont fourni sept fixations, mais encore si jeunes que je dois attendre quelques jours avant de me prononcer à leur égard.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la stabilité relative des groupements polycarbonés cycliques.* Note [1] de M. LOUIS HENRY.

Dans ma Note du 11 mars 1907 [2] je me suis occupé de la déshydratation directe du *diméthylisopropylcarbinol* $(H^3C)^2=\underset{\displaystyle OH}{\overset{|}{C}}-CH=(CH^3)^2$.

C'est au fond la question générale de la différence de stabilité des

(1) Présentée dans la séance du 21 septembre 1908.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 552.

systèmes

$$\underset{\text{OH}}{>\text{C}} - \text{CH}< \quad \text{et} \quad \begin{matrix}\text{CH}^3\\\text{CH}^3\end{matrix}\!\!>\!\underset{\text{OH}}{\text{C}} -$$

vis-à-vis des agents déshydratants.

Il a été constaté, contrairement à mes prévisions, que l'élimination de l'eau se fait en deux sens, aux dépens du groupement alcool tertiaire $\underset{\text{OH}}{>\text{C}} -$, avec les groupements voisins $>\text{CH} -$ et $\text{CH}^3 > -$ pour donner les deux hydrocarbures non saturés, isomères C^6H^{12} :

Le *tétraméthyléthylène*

$$\begin{matrix}\text{CH}^3\\\text{CH}^3\end{matrix}\!\!>\text{C} = \text{C}<\!\!\begin{matrix}\text{CH}^3\\\text{CH}^3\end{matrix} \qquad \text{Éb. : } 72^\circ$$

et le *méthylisopropyléthylène*

$$\begin{matrix}\text{CH}^3\\\text{CH}^3\end{matrix}\!\!>\text{CH} - \underset{\text{CH}^3}{\text{CH}} = \text{CH}^2 \qquad \text{Éb. : } 56^\circ\text{-}58^\circ,$$

dans la proportion approximative des $\frac{3}{4}$ du premier et de $\frac{1}{4}$ du second de ces hydrocarbures, donc une préférence marquée, mais non *exclusive*, pour la déshydratation dans le système le moins carboné $\underset{\text{OH}}{>\text{C}} - \text{CH}<$.

Il était intéressant de savoir comment se comporterait dans les mêmes conditions l'alcool tertiaire correspondant, renfermant le groupement *cyclique* $\begin{matrix}\text{H}^2\text{C}\\|\\\text{H}^2\text{C}\end{matrix}\!\!>\text{CH}$, équivalent au groupement *isopropylique* $\begin{matrix}\text{H}^3\text{C}\\\text{H}^3\text{C}\end{matrix}\!\!>\text{CH} -$ du *diméthylcyclopropylcarbinol :*

$$\begin{matrix}\text{H}^2\text{C}\\|\\\text{H}^2\text{C}\end{matrix}\!\!>\text{CH} - \underset{\text{OH}}{\text{CH}}<\!\!\begin{matrix}\text{CH}^3\\\text{CH}^3\end{matrix} \qquad \text{Éb. : } 124^\circ.$$

C'est la question qu'a résolue avec succès un de mes élèves, M. Pierre Bruylants, au cours de recherches entreprises, à mon invitation, sur les composés cycliques en C^3, de diverses natures, qui se groupent autour du *nitrile éthyléno-acétique* $\begin{matrix}\text{CH}^2\\|\\\text{CH}^2\end{matrix}\!\!>\text{CH} - \text{CN}$. Je ne m'occuperai ici des struc-

tueuses et intéressantes études de M. Bruylants qu'en ce qui concerne la question formulée plus haut.

La conclusion générale qui les résume, quant à celle-ci, c'est la stabilité nettement apparente du système *cyclique* $\begin{matrix} CH^2 \\ | \\ CH^2 \end{matrix}\!\!>CH$, par rapport au système *isopropylique* $\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>CH-$, stabilité qui se reflète même dans la molécule totale du composé alcool tertiaire.

Voici divers faits, constatés pour la plupart par M. Bruylants, qui en sont la preuve :

1° *Action de l'anhydride acétique.* — Alors que ce réactif suffit à transformer le composé isopropylique $\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>CH-\underset{OH}{\underset{|}{C}}\!\!<\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}$ en ses deux hydrocarbures, complètement, le composé *cyclique* $\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\underset{OH}{\underset{|}{C}}-CH\!\!<\begin{matrix} CH^2 \\ | \\ CH^2 \end{matrix}$ résiste à son action. Contrairement aux alcools tertiaires ordinaires, il en est transformé en son *acétate* :

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\underset{OAc}{\underset{|}{C}}-CH\!\!<\begin{matrix} CH^2 \\ | \\ CH^2 \end{matrix} \qquad \text{Éb. : } 159^\circ\text{-}160^\circ.$$

Pour réaliser la déshydratation directe de l'alcool *cyclique* il faut s'adresser à un agent plus énergique, le plus énergique même, à savoir l'anhydride phosphorique P^2O^5.

2° *Action de l'acétate potassique sur les éthers bromhydriques.* — Chauffé dans un appareil à reflux, le bromure d'*isopropylcarbinol* se transforme, comme je l'ai indiqué précédemment, en ses deux hydrocarbures *isomères* C^6H^{12}.

Dans les mêmes conditions, le bromure du *diméthylcyclopropylcarbinol*

$$\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix}\!\!>\underset{Br}{\underset{|}{C}}-CH\!\!<\begin{matrix} CH^2 \\ | \\ CH^2 \end{matrix} \qquad \text{Éb. : } 153^\circ\text{-}154^\circ$$

fournit presque instantanément l'acétate correspondant.

3° *Action de la potasse caustique sur les éthers haloïdes et notamment sur les éthers bromhydriques.* — Cette réaction avait déjà été réalisée, mais d'une manière indirecte, par M. Couturier [1], à l'aide du *bromure* de l'alcool *pinacolique*, de

---

[1] *Contribution à l'étude de la pinacone et de ses dérivés* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XXVI, 6e série, 1891, p. 433 et suiv.).

Friedel :

$$(H^3C)^3C - \underset{\displaystyle Br}{CH} - CH^3.$$

On sait, à présent, que les éthers haloïdes de cet alcool *s'isomérisent*, par la chaleur, en se transformant en éthers du *diméthylisopropylcarbinol*

$$(CH^3)^2 - CH - \underset{\displaystyle X}{C} \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}.$$

Or il résulte des expériences de M. Couturier qu'on obtient, dans ces conditions, un mélange des deux hydrocarbures C^6H^{12}, où abonde, en une proportion très prépondérante, le *tétraméthyléthylène* $(CH^3)^2 - C = C - (CH^3)^2$. Éb. 72°.

Sous l'action de l'ammoniaque aqueuse, il ne se formerait même, selon M. Couturier, que cet hydrocarbure seul.

Au surplus, cette réaction du bromure du diméthylisopropylcarbinol

$$(CH^3)^2 - \underset{\displaystyle Br}{C} - CH(CH^3)^2$$

a été *effectivement* réalisée par M. Bruylants, avec la potasse caustique alcoolique, et elle a fourni un mélange de produits divers où prédomine, aussi et notablement, le tétraméthyléthylène $(CH^3)^2 - C = C - (CH^3)^2$.

Mais les choses se passent tout autrement en ce qui concerne le *bromure du diméthylcycloisopropylcarbinol*

$$\begin{matrix} CH^2 \\ CH^2 \end{matrix} \underset{\displaystyle Br}{C} - CH \begin{matrix} CH^2 \\ | \\ CH^2 \end{matrix}.$$

La réaction, nécessitant d'abord une température plus élevée, s'opère moins facilement.

Chauffé en tube scellé, à 170° pendant 8 heures, avec un excès de potasse caustique pulvérulente et sèche, cet éther bromhydrique se transforme en un hydrocarbure qui, dès la première distillation, selon M. Bruylants, bout fixe à 77°. Il reste une faible quantité d'éther non altérée. Le rendement de cette opération est de 72 pour 100 en hydrocarbure.

Celui-ci répond à la formule C^6H^{10}, et il n'est autre que le composé cyclique correspondant au *diméthylisopropyléthylène*, comme l'exprime la formule

$$\begin{matrix} CH^2 \\ CH^2 \end{matrix} \!\!> CH - \underset{\displaystyle CH^3}{C} = CH^2.$$

Le même hydrocarbure se forme sous l'action de l'anhydride phosphorique sur l'alcool lui-même, mais le rendement est moindre.

Je crois inutile de rapporter ici l'action de la potasse caustique alcoolique; cette opération se complique de la formation d'un produit accessoire oxy-éthylé fort intéressant.

Il résulte de là que la réaction qui était accessoire, alors qu'il s'agissait de composés isopropyliques, à savoir l'élimination de H — OH ou de HBr aux dépens du système $-\underset{\displaystyle OH}{\overset{|}{C}}\begin{smallmatrix} CH^3 \\ CH^3 \end{smallmatrix}$ ou $-\underset{\displaystyle Br}{\overset{|}{C}}\begin{smallmatrix} CH^3 \\ CH^3 \end{smallmatrix}$, devient la réaction principale, et *peut-être même exclusive*, alors que, dans le voisinage de ces groupements, se trouve le système *cyclique* $\begin{smallmatrix} H^2C \\ | \\ H^2C \end{smallmatrix}\!\!>CH-$ qui reste intact.

Le fait mérite évidemment d'être noté, parce qu'il constate, d'une manière remarquable et certaine, la différence d'aptitude réactionnelle des systèmes $\begin{smallmatrix} CH^3 \\ CH^2 \end{smallmatrix}\!\!>CH$ et $\begin{smallmatrix} CH^2 \\ | \\ CH^3 \end{smallmatrix}\!\!>CH-$ ainsi que leur inégale stabilité.

Je ferai remarquer en terminant que le *méthylisopropyléthylène*

$$\begin{smallmatrix} CH^3 \\ CH^3 \end{smallmatrix}\!\!>CH-\underset{\displaystyle CH^3}{\overset{}{C}}=CH^2$$

bout à 56°-58°; l'hydrocarbure cyclique

$$\begin{smallmatrix} H^2C \\ | \\ H^2C \end{smallmatrix}\!\!>CH-\underset{\displaystyle CH^3}{\overset{}{C}}=CH^2 \qquad \text{Éb. : } 77°,$$

obtenu par M. Bruylants, bout ainsi à 20° plus haut. Ces rapports de volatilité sont tout à fait réguliers.

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les systèmes de familles de surfaces se coupant suivant des lignes conjuguées.* Note de M. **S. Carrus**.

La détermination des systèmes de coordonnées curvilignes, à *n* variables, tels que les surfaces du système se coupent mutuellement suivant des lignes conjuguées a été ramenée par M. Darboux aux opérations suivantes :

1° La détermination de fonctions β_{ik} satisfaisant aux équations

$$\frac{\partial \beta_{ik}}{\partial \rho_j} = \beta_{ij}\beta_{jk}; \tag{1}$$

2° L'intégration des équations déterminant les fonctions H_i, U_k,

$$\beta_{ik} = \frac{1}{H_i}\frac{\partial H_k}{\partial \rho_i}, \qquad \beta_{ki} = \frac{1}{U_i}\frac{\partial U_k}{\partial \rho_i}; \tag{2}$$

cette intégration introduit chaque fois (les β_{ik} étant données) n nouvelles fonctions arbitraires d'une variable;

3° L'intégration de l'équation aux différentielles totales

$$dx = H_1 U_1 d\rho_1 + H_2 U_2 d\rho_2 + \ldots + H_n U_n d\rho_n. \tag{3}$$

Si l'on prend n solutions distinctes $x_1, x_2, \ldots, x_n$ correspondant à un même système de fonctions H_i, mais à n systèmes distincts de solutions U_i, on obtient le *système conjugué*.

Si, d'autre part, conservant les fonctions β_{ik} et les mêmes n^2 fonctions U_i^k, on prend deux systèmes de coordonnées correspondant à deux systèmes différents de fonctions H_i, ces deux systèmes se correspondent avec plans tangents parallèles.

La détermination des systèmes conjugués que nous avons en vue résulte des remarques suivantes :

Les fonctions β_{ik} étant supposées connues, on peut établir une équation assez simple ne renfermant qu'une seule des fonctions à déterminer H_k ou U_k. On a en effet

$$H_i = \frac{1}{\beta_{ik}}\frac{\partial H_k}{\partial \rho_i}, \qquad H_j = \frac{1}{\beta_{jk}}\frac{\partial H_k}{\partial \rho_j}, \qquad H_i = \frac{1}{\beta_{ij}}\frac{\partial H_j}{\partial \rho_i}.$$

En éliminant entre ces trois relations H_i, H_j, on obtiendra

$$\frac{\partial H_k}{\partial \rho_i} = \frac{\beta_{ik}}{\beta_{ij}}\frac{\partial}{\partial \rho_i}\left(\frac{\frac{\partial H_k}{\partial \rho_i}}{\beta_{jk}}\right); \tag{4}$$

on obtiendrait de même l'équation

$$\frac{\partial U_k}{\partial \rho_i} = \frac{\beta_{ki}}{\beta_{ji}}\frac{\partial}{\partial \rho_i}\left(\frac{\frac{\partial U_k}{\partial \rho_i}}{\beta_{kj}}\right). \tag{5}$$

On voit la grande analogie qui existe entre les deux systèmes d'équations

déterminant les H et les U, analogie dont nous déduirons plus tard quelques conséquences.

L'équation qui détermine H_k *pourra s'intégrer une fois par rapport à* ρ_i *si le rapport* $\frac{\beta_{ik}}{\beta_{ij}}$ *est indépendant de* ρ_i.

Si cette condition est remplie quels que soient les indices j, k, ..., nous dirons que *l'indice i appartient à la première classe.*

De même *l'équation qui détermine* U_k *pourra s'intégrer une fois par rapport à* ρ_i *si le rapport* $\frac{\beta_{ki}}{\beta_{ji}}$ *est indépendant de* ρ_i.

Si cette condition est remplie quels que soient les indices j, k, ..., nous dirons que *l'indice i appartient à la seconde classe.*

On peut se proposer de rechercher :

1° Les systèmes tels que tous les indices i appartiennent à la première classe;

2° Les systèmes tels que tous les indices i appartiennent à la seconde classe;

3° Les systèmes tels qu'un certain nombre d'indices $i, j, k, \ldots$ soient de la première classe, tous les autres appartenant à la seconde classe.

Premier problème. — *Tous les indices appartiennent à la première classe.*

Cette condition permet de déterminer complètement, dans le cas de plus de trois variables, les fonctions β_{ik} et le système conjugué correspondant. On en déduit aisément tout d'abord que le rapport $\frac{\beta_{ik}}{\beta_{ij}}$ ne peut dépendre que de ρ_j, ρ_k et qu'on peut poser des relations de la forme

$$H_k\varphi_k^j + H_j\varphi_j^k = \varphi_j^k\varphi_k^j,$$

les fonctions φ_j^k, φ_k^j ne dépendant que de ρ_j, ρ_k.

En appliquant la relation ci-dessus à trois indices i, j, k, on aurait de même

$$H_i\varphi_i^k + H_k\varphi_k^i = \varphi_k^i\varphi_i^k, \qquad H_j\varphi_j^i + H_i\varphi_i^j = \varphi_i^j\varphi_j^i.$$

Si, des trois relations écrites, on pouvait déduire H_i, H_j, H_k, la fonction H_i, par exemple, ne pourrait dépendre que de ρ_i, ρ_j, ρ_k, et par suite, *si n est supérieur à* 3, les indices j, k devenant des indices quelconques, H_i ne dépendrait que de ρ_i. Ce cas est connu et nous l'écartons.

Le déterminant des coefficients de H_i, H_j, H_k doit donc être nul, ce qui donne la relation

$$\varphi_k^i\varphi_i^j\varphi_j^k + \varphi_i^k\varphi_j^i\varphi_k^j = 0;$$

on en déduira alors qu'on peut poser d'une façon générale

$$H_i = i + IA,$$

les $2n$ fonctions d'une variable $i, j, k, \ldots, I, J, K, \ldots$ et la fonction A des n variables $\rho_1, \rho_2, \ldots, \rho_n$ étant jusqu'ici arbitraires.

Exprimons que ces fonctions H_i satisfont aux équations qui rentrent dans le type (DARBOUX, *Syst. orth.*, p. 165)

$$\frac{\partial^2 H_j}{\partial\rho_k\,\partial\rho_i} - \frac{1}{H_k}\frac{\partial H_k}{\partial\rho_i}\frac{\partial H_j}{\partial\rho_k} - \frac{1}{H_i}\frac{\partial H_i}{\partial\rho_k}\frac{\partial H_j}{\partial\rho_i} = 0.$$

En substituant à H_i, H_j, H_k leurs valeurs, il viendra

$$(6) \qquad A_{ik} = A_i A_k\left(\frac{K}{k+KA} + \frac{I}{i+IA}\right).$$

La fonction A doit donc satisfaire à un système de $\frac{n(n-1)}{2}$ équations aux dérivées partielles que nous allons intégrer.

Posons $A = \frac{U}{V}$ et voyons si l'on peut satisfaire à l'équation ci-dessus, U, V désignant deux fonctions contenant séparément les variables ρ_i, ρ_k. On verra facilement qu'il suffit de poser

$$\frac{U_i}{V_i} = -\frac{i}{I}, \qquad \frac{U_k}{V_k} = -\frac{k}{K};$$

$A = \frac{U}{V}$ est alors solution générale de l'équation aux dérivées partielles (6). Si nous tenons compte maintenant de toutes les équations analogues à (6), nous pouvons dire que la solution générale de ce système s'obtient en posant

$$A = \frac{X_1 + X_2 + \ldots + X_n}{Y_1 + Y_2 + \ldots + Y_n},$$

les fonctions X_k, Y_k étant des fonctions de la seule variable ρ_k assujetties à la seule relation

$$X_k = -\int \frac{k}{K} Y_k\, d\rho_k.$$

Mais on peut faire disparaître tout signe de quadrature de la solution. Il suffit de substituer les fonctions quelconques X_k aux autres fonctions arbi-

traires k. La valeur générale de H_k s'écrit alors, en changeant légèrement nos notations,

$$(7)\qquad H_k = Z_k\left(-\frac{X_k}{Y'_k} + \frac{X_1+X_2+\ldots+X_n}{Y_1+Y_2+\ldots+Y_n}\right).$$

Les $3n$ fonctions X_i, Y_j, Z_k sont maintenant complètement arbitraires. On aura ensuite

$$(8)\qquad \beta_{ik} = -\frac{Z_k}{Z_i}\,\frac{Y'_i}{Y_1+Y_2+\ldots+Y_n}.$$

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur quelques propriétés des surfaces courbes.* Note de M. A. DEMOULIN.

Le théorème de Sophus Lie, que nous avons invoqué dans notre Note du 14 septembre 1908, a été énoncé, sans démonstration, par l'illustre géomètre, en 1882, dans les *Forhandlinger* de Christiania. Nous l'avons établi par deux méthodes différentes que nous allons indiquer rapidement.

PREMIÈRE MÉTHODE. — Elle consiste à prouver que les deux systèmes linéaires à trois termes de complexes linéaires qui renferment respectivement les demi-quadriques (Q) et (Q') sont en involution.

DEUXIÈME MÉTHODE. — La surface (Σ) étant définie par les équations

$$X = x + \rho\frac{dx}{d\alpha},\qquad Y = y + \rho\frac{dy}{d\alpha},\qquad Z = z + \rho\frac{dz}{d\alpha},$$

l'équation différentielle de ses asymptotiques est $d\rho = \frac{k\rho^2}{2}d\beta$. On déduit de là l'équation du lieu des tangentes asymptotiques de (Σ) relatives aux différents points de t. Si l'on prend comme axes des X, des Y et des Z les droites t, t' et m, cette équation est

$$(1)\qquad \frac{XY}{\sqrt{EG}} = \frac{Z}{s} - \frac{k}{2s^2}Z^2,$$

$\sqrt{E}$ et $\sqrt{G}$ désignant les longueurs des vecteurs $(x'_\alpha, y'_\alpha, z'_\alpha)$, $(x'_\beta, y'_\beta, z'_\beta)$.

En procédant de même à l'égard de la surface (Σ'), on constate que, rapporté aux mêmes axes, le lieu des tangentes asymptotiques de cette surface relatives aux différents points de t' est également défini par l'équation (1).

Le théorème de Lie est dès lors démontré et l'on obtient, en outre, l'équation de la quadrique de Lie sous une forme remarquablement simple.

Nous avons formé aussi l'équation de la quadrique de Lie en la rapportant au trièdre dont les arêtes sont les tangentes Mx, My aux lignes de courbure $v =$ const., $u =$ const. qui se croisent en M, et la normale Mz en ce point. Dans les formules qui vont suivre, nous conserverons toutes les notations de M. Darboux (*Leçons*, II[e] Partie).

L'équation générale des quadriques qui renferment les tangentes t et t' est

$$(2) \qquad x^2 \sin^2\omega - y^2 \cos^2\omega + a z^2 + 2bxz + 2cyz + 2dz = 0.$$

Si l'on pose

$$b = \frac{1}{4(R-R')} \frac{\partial RR'}{A\,\partial u}, \qquad c = \frac{1}{4(R-R')} \frac{\partial RR'}{C\,\partial v}, \qquad d = \frac{RR'}{R-R'},$$

et qu'on laisse a arbitraire, l'équation (2) définit une infinité simple de quadriques qui se raccordent aux surfaces (Σ) et (Σ') suivant les génératrices t et t'. Leurs centres sont distribués sur la droite

$$-\frac{x \sin^2\omega}{b} = \frac{y \cos^2\omega}{c} = z.$$

Parmi ces quadriques se trouve la quadrique de Lie; elle correspond à la valeur suivante de a (¹):

$$a = \frac{b^2}{\sin^2\omega} - \frac{c^2}{\cos^2\omega} - \frac{RR'}{2(R-R')}\left[\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R'}\right)\left(\frac{b^2}{\sin^2\omega}+\frac{c^2}{\cos^2\omega}+1\right) + \frac{1}{\sin\omega}\frac{\partial}{A\,\partial u}\left(\frac{b}{\sin\omega}\right) - \frac{1}{\cos\omega}\frac{\partial}{C\,\partial v}\left(\frac{c}{\cos\omega}\right)\right].$$

Si l'on applique au théorème de Lie la transformation de Lie, qui change

---

(¹) Des valeurs de b et de c, on déduit ces théorèmes :

Pour que le centre de la quadrique de Lie relative à un point quelconque M *d'une surface soit situé dans un plan principal, le plan* xMz, *par exemple, il faut et il suffit que les lignes d'égale courbure totale soient les lignes* $u =$ const.; *alors la quadrique est symétrique par rapport au plan* xMz.

Pour que la quadrique de Lie relative à un point quelconque M *d'une surface admette ce point comme sommet, il faut et il suffit que la courbure totale de cette surface soit constante; alors la quadrique est symétrique par rapport aux plans* xMz, yMz.

les droites en sphères, on obtient de nouvelles propriétés des surfaces; nous allons les exposer ainsi que d'autres qui ne résultent pas dudit théorème.

Soient, en un point M d'une surface (M) rapportée au réseau (u, v) de ses lignes de courbure, C et C' les centres de courbure principaux, C correspondant à la ligne de courbure (M_v) et C' à la ligne de courbure (M_u) [1]. Si M décrit (M_v), C' décrit une courbe (C'_v) dont la tangente coupe la tangente à (M_v) au centre de courbure géodésique G' de (M_u). Si M décrit (M_u), C décrit une courbe (C_u) dont la tangente rencontre la tangente à (M_u) au centre de courbure géodésique G de (M_v). Soient ω et ω' les plans osculateurs des courbes (C_u) et (C'_v) aux points C et C', et d leur droite d'intersection. *Ces plans sont rectangulaires et les tangentes en* G *et* G' *aux courbes* (G_u) *et* (G'_v) *sont respectivement situées dans les plans* ω *et* ω' *et perpendiculaires aux plans* ω' *et* ω. Il existe, dans le plan ω, une conique (Γ) symétrique par rapport à d, passant par le point C et admettant, en ce point, même centre de courbure que (C_u), et, dans le plan ω', une conique (Γ') symétrique par rapport à d, passant par le point C' et admettant, en ce point, même centre de courbure que (C'_v). *Les coniques* (Γ) *et* (Γ') *sont focales l'une de l'autre.*

Ces propriétés appartiennent à toutes les surfaces, sauf aux suivantes, pour lesquelles les plans ω et ω' sont indéterminés ou confondus : 1° les surfaces de Monge, dont les lignes de courbure d'un système sont des géodésiques; 2° les surfaces développables; 3° les sphères et les plans; 4° les surfaces réglées à génératrices rectilignes isotropes. Toutefois, pour les surfaces de Monge, on peut énoncer ce théorème, limite du précédent : *Si les lignes* (M_u) *sont des géodésiques, la ligne* (C_u) *est une droite* (Γ) *qui coïncide avec l'axe du cercle osculateur* (Γ') *de la ligne* (C'_v).

Dans le cas général, il existe une cyclide de Dupin dont les normales s'appuient sur (Γ) et (Γ') et qui touche en M la surface (M) [2]. *Les droites par lesquelles passent les plans de ses lignes de courbure sont les tangentes en* G *et* G' *aux lignes* (G_u) *et* (G'_v). *Cette cyclide est conservée dans l'inversion.*

Une congruence quelconque étant donnée, il est clair qu'en général on peut attacher à toute droite a de cette congruence deux coniques (Γ) et (Γ')

---

(1) D'une manière générale, si les coordonnées d'un point P sont fonctions de deux paramètres u et v, nous désignons par (P_u) et (P_v) les courbes de paramètres u et v décrites par ce point.

(2) Dans le cas des surfaces de Monge, les coniques (Γ) et (Γ') se réduisent à la droite (Γ) et au cercle (Γ'), et la cyclide se réduit à un tore de révolution.

définies comme ci-dessus. *Supposons que ces coniques existent.* On a vu que si la congruence est normale (c'est-à-dire formée des normales à une surface) les coniques (Γ) et (Γ') sont focales l'une de l'autre. *Réciproquement, si ces coniques* (Γ) *et* (Γ') *sont focales l'une de l'autre, la congruence est normale.* Soient, en effet, π un quelconque des plans perpendiculaires à la droite *a* et P le point où il rencontre cette droite. Les projections orthogonales des coniques (Γ) et (Γ') sur le plan π se coupent orthogonalement en P; or elles touchent, en ce point, les plans focaux de la droite *a*; ceux-ci sont donc rectangulaires et la congruence considérée est normale.

GÉODÉSIE. — *Sixième campagne géodésique dans les hautes régions des Alpes françaises.* Note de M. **Paul Helbronner**, présentée par M. Michel Lévy.

Notre chaîne géodésique de précision dans les Alpes de Savoie avait été exécutée, pour la plus grande part, l'année dernière, pendant laquelle nous avions occupé vingt-six des stations prévues. Le programme de la campagne 1908 comportait donc, en premier lieu, la fin de cette chaîne de précision.

Parti à la fin de juin, nous avons stationné en conséquence : le *Mont Bellachat* (2488^{m} E. M.; 30 juin, 1er juillet); le *Cheval Noir* (2834^{m} E. M.; 3-4 juillet); le *Grand Perron des Encombres* (2828^{m} E. M.; 5-8 juillet); le *Mont Brequin* (3194^{m} E. M.; 9 juillet); le *Goléon* (3429^{m} E. M.; 12-22 juillet); le *Thabor* (3181^{m} E. M.; 25-26 juillet).

Ces stations ont été effectuées identiquement à celles de 1907 avec un des grands théodolites réitérateurs de Brunner, du Service géographique de l'Armée; il y fut fait vingt réitérations à quatre lectures.

Les bonnes conditions atmosphériques furent des plus difficiles à obtenir et nous avons subi, pendant cette première période, plus de quinze orages; l'un d'entre eux, notamment dans la nuit du 12 au 13 juillet, à 8^{m} sous le sommet de l'Aiguille du Goléon, nous mit dans une situation critique; plusieurs décharges électriques secondaires frappèrent la tente, qui ne résista au vent tourbillonnaire que grâce aux 50^{cm} de neige fraîche qui la recouvraient. Quoi qu'il en soit, cette chaîne de précision de Savoie s'est exécutée jusqu'au bout, suivant le programme exposé dans notre Communication du 7 octobre 1907, sauf au sommet du Trélod (1er septembre) où il a été fait simplement une station de rattachement entre l'ancien signal démoli et le nouveau signal que nous y avions fait construire. En effet, les liaisons de notre chaîne avec le réseau suisse avaient été reconnues suffisantes par les sommets des Cornettes de Bise, des Voirons, de la Dent d'Oche, de la Dole et du Mont Tendre.

Cette chaîne, qui s'étend sur environ 150^{km} du Nord au Sud et sur une moyenne de 30^{km} de l'Est à l'Ouest, comprend donc, en résumé, 32 stations occupées et 6 points intersectés. Les directions émanées de ces stations sont au nombre de 250. Elles forment des polygones à diagonales très nombreuses dont nous nous proposons d'exécuter prochainement les compensations algébriques.

Ces directions se répartissent ainsi :

3 stations à 12 directions; 1 à 11; 3 à 10; 4 à 9; 9 à 8; 3 à 7; 2 à 6; 5 à 5; 1 à 4; 1 à 3.

La deuxième partie de la campagne (31 juillet au 3 septembre) fut consacrée à la préparation des triangulations de détail de la Haute-Maurienne, par un réseau de stations primaires étudié à l'avance. Les visées furent faites avec le théodolite qui nous servit dans nos quatre premières campagnes de triangulations complémentaires (1903-1906) et furent réitérées également vingt fois.

Les sommets occupés ont été la *Pointe de la Sana* (3450^{m} E. M.); le *Grand Roc Noir* (environ 3540^{m}, porté à tort sur la Carte de l'État-Major comme inférieure à la Pointe du Vallonet); la *Pointe de Ronce* (3620^{m} E. M. italien; non cotée sur l'État-Major français qui ne cote que le signal du Grand Mont-Cenis, contrefort ouest de ce sommet); la *Pointe de Charbonel* (3760^{m} E. M.); la *Pointe de l'Albaron* (3660^{m}, appelée à tort Pointe de Chalanson sur l'État-Major); la *Pointe de Méan-Martin* (3326^{m} E. M.); la *Levanne occidentale* (3607^{m} E. M.); le *Signal du Mont Iseran* (3241^{m} E. M.).

En ces 8 stations, une fois terminés, les 20 tours d'horizon sur les signaux de notre réseau primaire, nous avons exécuté une grande quantité de visées secondaires sur les nombreux signaux construits dans cette région, soit pour le cadastre, soit pour les levés du Service géographique de l'Armée, soit enfin pour les études glaciaires de M. Girardin; commençant ainsi les triangulations complémentaires de détail que nous nous proposons d'effectuer en Savoie dans les campagnes prochaines. Indépendamment des visées issues des 8 stations primaires, nous avons, dans ce but, occupé une dizaine de stations secondaires, principalement dans la région de Bonneval.

Comme à l'ordinaire, tant dans nos stations de la grande chaîne de précision de Savoie que dans nos stations du réseau de la Haute-Maurienne, nous avons exécuté, sur toutes nos stations, des tours d'horizon photographiques complets; le nombre des clichés pris dans cette campagne s'élève à 46 douzaines et comprend un certain nombre de téléphotographies.

PHYSIQUE. — *Sur l'interrupteur de Wehnelt.* Note de M. PAUL BARY, transmise par M. d'Arsonval.

Quoique la découverte de Wehnelt remonte à 1899, il n'a pas encore été fourni de théorie complète du phénomène utilisé dans cet appareil. Il est bien certain aujourd'hui que l'électrolyse n'y joue qu'un rôle tout à fait secondaire, puisque la disposition employée par Simon, de l'étranglement du courant par un petit orifice, reporte l'action en dehors des électrodes, et que l'appareil de Caldwell fonctionne aussi bien avec le mercure comme conducteur qu'avec une solution électrolytique; l'étude des gaz dégagés à l'anode a d'ailleurs montré que leur composition n'était pas celle due à l'électrolyse. (J. Humphreys, Armagnat.)

M. Th. Simon a cherché à attribuer le phénomène à l'effet Joule produit au passage du courant, du fil de platine au liquide, et M. E. Klüpathy, à l'effet Peltier; parmi les différentes objections faites à ces théories, on peut remarquer que ni l'une ni l'autre n'explique le fonctionnement de l'interrupteur Caldwell dans le mercure.

L'étude des phénomènes de striction électromagnétique, que je poursuis depuis plusieurs années, m'a conduit, en ce qui concerne le phénomène de Wehnelt, à une explication que je crois satisfaisante, et qui, en tous cas, permet de prédéterminer l'influence des différentes variables : force électromotrice, résistance, self-induction, pression et température.

J'ai décrit (*Éclairage électrique*, 13 avril 1907) les mouvements qui se produisent au passage d'un courant de grande densité dans un conducteur liquide, mouvements dus à la pression que crée, au centre du conducteur, le passage même du courant; j'ai établi que cette pression P était donnée par la relation

$$P = \frac{4I^2}{\pi d^2},$$

en appelant I l'intensité du courant et d le diamètre du conducteur supposé cylindrique. Dans un interrupteur à orifice, genre Simon, d sera le diamètre de l'orifice.

On conçoit que, lorsque l'intensité I du courant s'établit dans l'orifice, la pression, rapidement croissante, en refoule le liquide avec une vitesse trop grande pour qu'il soit instantanément remplacé par d'autre; il se forme alors une chambre de vapeurs et il y a interruption du courant avec étincelle; dès que le courant est nul, la chambre de vapeurs disparaît, et le cou-

rant se rétablit et augmente jusqu'à ce qu'il ait atteint la valeur I qui produit à nouveau la rupture.

En appelant H la pression extérieure sur le liquide au niveau de l'orifice et P sa tension de vapeur à la température de l'expérience, on peut poser, pour la valeur du courant I qui produira l'interruption,

$$I = \frac{\pi d^2}{4a}(H - P),$$

a étant une constante propre à l'appareil.

Or, le temps nécessaire pour que le courant I atteigne sa valeur est donné par la formule connue

$$I = \frac{E}{R}\left(1 - e^{-\frac{Rt}{L}}\right).$$

De ces deux relations on peut déduire la valeur de la fréquence N de l'interrupteur, en supposant nul le temps pendant lequel se produit et dure la rupture. On a alors

$$N = \frac{R}{L} \frac{1}{\mathcal{L}\left|\frac{E}{E - AR(H - P)}\right|},$$

où R, L, E sont respectivement la résistance, le coefficient de self-induction et la force électromotrice du circuit, et A un coefficient.

En fait, le temps de rupture, supposé nul et que les courbes de Wehnelt et Donath montrent très petit, n'est réellement négligeable que pour les faibles valeurs de N; dans les autres cas, il y a lieu d'ajouter au temps t (période d'établissement) un temps t' (période de déplacement du liquide) qui est constant pour un appareil donné, à une température fixe.

Cette théorie, appliquée aux résultats d'expériences que j'ai publiés précédemment (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, 1889, p. 925), rend compte de toutes les observations faites. Elle explique également la conclusion si juste, tirée par M. Blondel de ses expériences, d'après laquelle le fonctionnement de l'interrupteur peut être comparé à un bélier hydraulique ou à un pulsomètre.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Effets de l'*Oïdium quercinum *sur différentes espèces de Chênes.* Note de M. **Ed. Bureau**.

La maladie qui sévit actuellement sur les Chênes, et qui est causée par l'*Oïdium quercinum*, a pris des développements inquiétants pour l'avenir de

nos forêts. Dans l'été de 1907, on l'a remarquée seulement sur les repousses de quelques taillis qui avaient été abattus à la fin de l'hiver. Cette année, ce ne sont pas les jeunes pousses seulement, mais les arbres de tout âge, même centenaires et plus, qui sont atteints. Dans le nord du département de la Loire-Inférieure, où je me trouve en ce moment, les futaies ont pris une teinte grise qui leur donne un aspect étrange. Si l'on y entre par un beau jour, on n'y trouve pas la fraîcheur habituelle; le soleil y pénètre à travers le feuillage recroquevillé et la chaleur y a quelque chose d'étouffant. On pense involontairement à ces forêts d'*Eucalyptus* australiens, qui ne donnent pas d'ombre et que le soleil transperce en raison de la position verticale du limbe des feuilles.

L'étude de l'*Oïdium quercinum* a été faite par de très distingués cryptogamistes, mais il m'a semblé qu'un côté de cette étude relevait plus particulièrement de la Phanérogamie et qu'il y avait lieu de chercher la réponse aux questions suivantes : L'*Oïdium quercinum* attaque-t-il toutes les espèces de Chênes? Les espèces atteintes le sont-elles au même degré et de la même manière? Le parasite peut-il se fixer sur d'autres arbres que les Chênes? Et, dans ce cas, les affinités naturelles des arbres entre eux paraissent-elles être en rapport avec l'aptitude de ceux-ci à être affectés?

Me trouvant dans un pays forestier et au voisinage de propriétés où ont été introduites, il y a plus ou moins longtemps, des essences exotiques, il m'a semblé que je pourrais faire quelques observations utiles à la solution de ces questions.

Un des Chênes les plus remarquables de l'Ouest est le *Chêne doux* (*Quercus Tozza* Bosc), dont l'aire de dispersion s'étend du Nord au Sud depuis l'Ille-et-Vilaine jusqu'au Maroc, sur une très faible largeur E.-O. Il est atteint par l'*Oïdium*, ainsi que l'a indiqué M. Gadeceau dans l'*Express de l'Ouest* (13 septembre 1908). Je puis ajouter que c'est l'espèce la plus malade de toutes. Comme dans les autres, les nouvelles pousses sont particulièrement atteintes; mais, en outre, toutes les feuilles de l'arbre le sont plus ou moins. Malgré le nombre considérable d'individus que j'ai examinés attentivement, je n'ai pu en trouver un seul qui fût exempt du parasite. Si l'espèce ne résiste pas à cette rude attaque, ce ne sera pas un grand malheur au point de vue forestier, car le bois en est tortueux et d'une croissance lente; mais, au point de vue botanique, ce sera regrettable, car le *Q. Tozza* est intéressant, non seulement par sa répartition géographique, mais par son affinité avec les Chênes de l'époque pliocène.

Presque aussi malade que le *Quercus Tozza* est le *Quercus pedunculata* Ehrh., le plus répandu de nos Chênes. C'est lui qui, par ses feuilles déformées et devenues grises ou blanchâtres, donne aux forêts une teinte anormale. C'est dans cette espèce qu'on peut le mieux observer, sur les jeunes pousses, la déformation du bois par le

fait de l'*Oïdium*. La pousse d'un an, ayant été atteinte en 1907, a perdu son bourgeon terminal qui tombe ou reste avorté; mais les bourgeons axillaires situés immédiatement au-dessous, qui, en raison de l'état maladif du rameau, ne sont séparés que par de très courts entre-nœuds, se sont développés en rameaux secondaires, qui semblent naître presque du même point et sont disposés en une pseudo-ombelle. Ces rameaux latéraux eux-mêmes, longs et grêles, ont leurs feuilles atteintes successivement par la maladie. Ces feuilles tombent prématurément et le rameau latéral, dénudé, se termine par un petit bouquet de feuilles très tendres, très rapprochées, et un bourgeon terminal qui avorte. Souvent, à la sève d'août, les bourgeons latéraux situés aux aisselles des feuilles récentes se développent en ramules et forment une nouvelle pseudo-ombelle. La tige principale est donc remplacée, à plusieurs reprises, par des rameaux latéraux multiples. L'écorçage devient impossible, et il serait difficile d'utiliser par la suite ce bois tortueux comme bois d'œuvre.

Les pieds de *Quercus pedunculata* ayant toutes leurs feuilles malades sont nombreux; mais on voit parfois des arbres restés indemnes au milieu d'autres très fortement attaqués. J'en ai vu en plusieurs endroits et, en particulier, dans une vieille avenue dont tous les arbres sont de même âge, de même forme et plantés dans le même terrain. La cause de ce curieux contraste nous échappe.

C'est encore sur le *Quercus pedunculata* qu'on peut le mieux observer ce fait généralement remarqué, que le pourtour du bois est beaucoup plus atteint que la partie centrale. Il semble que les arbres de la périphérie aient en quelque sorte tamisé l'air et retenu les germes du champignon parasite.

Le *Quercus Cerris* L., rare à l'état spontané, mais qu'on propage maintenant dans les parcs et les jardins, est un grand arbre, qui m'a paru attaqué avec la même intensité que le *Quercus pedunculata*, sauf, cependant, que les individus indemnes sont plus nombreux.

Le *Quercus sessiliflora* L., vulg. *La Drouille*, abondant dans la région où je me trouve, se comporte autrement que ceux qui précèdent. Le plus souvent l'arbre a conservé son aspect : les vieilles feuilles ne sont pas atteintes, seules les pousses de printemps ont des feuilles couvertes d'*Oïdium*, qui tombent l'une après l'autre, de bas en haut, et parfois, vers le sommet de ces pousses, un ou deux rameaux plus jeunes, résultant de la sève d'août, et représentant, à sa plus simple expression, une de ces pseudo-ombelles fréquentes sur les jeunes pousses de printemps du *Quercus pedunculata*.

Les deux espèces dont je viens de parler : *Quercus pedunculata* et *Quercus sessiliflora*, ont un port bien différent. Tandis que le *Quercus pedunculata*, en raison de l'absence de pétiole de ses feuilles, les a tournées dans tous les sens et formant en quelque sorte des bouquets, le *Quercus sessiliflora* a des feuilles plus ou moins longuement pétiolées, et dont le limbe s'étend horizontalement, la face supérieure vers la lumière, l'inférieure vers le sol. Les feuilles s'étalent ainsi parallèlement, et la physionomie de ces deux arbres est tellement différente qu'on peut les reconnaître de loin.

Or il est curieux de voir qu'un Chêne de l'Amérique du Nord (*Quercus rubra*), qui a à peu près le même port que le *Quercus sessiliflora*, c'est-à-dire dont les feuilles sont longuement pétiolées et étalées, se comporte absolument de même au point de vue de la résistance à la maladie : son aspect n'est pas modifié, les vieilles feuilles ne

portent pas de traces de champignon; seuls les jeunes rameaux ont leurs feuilles atteintes et les perdent l'une après l'autre.

Le *Quercus palustris*, aussi de l'Amérique septentrionale, est plus résistant encore et n'offre que rarement des jeunes pousses dénudées.

Ceci ne s'accorde guère avec l'opinion qui regarde l'*Oïdium quercinum* comme étant d'origine américaine et attaquant de préférence les Chênes qui proviennent du nouveau monde.

Cela ne s'accorde guère non plus avec l'idée que les *Quercus pedunculata* et *sessiliflora* ne seraient que deux formes d'une même espèce, *Quercus Robur* de Linné. Leur résistance si différente à la maladie indiquerait, semble-t-il, des affinités naturelles moins étroites.

Je ne puis rien dire du *Quercus pubescens* Willd., que je n'ai pu observer sous le rapport de son plus ou moins d'aptitude à recevoir l'*Oïdium*. Il forme le bois de la Blanche, à Noirmoutiers, et je puis signaler ici sa présence, assez inattendue, au bois de Boulogne. Il sera donc facile d'être renseigné à son égard.

Quant aux Chênes à feuilles persistantes, qui ont tant de ressemblance entre eux, et qu'on penserait, au premier abord, avoir le même degré de résistance, j'en ai observé deux espèces, toutes deux à l'état de culture, mais représentées par un certain nombre d'individus: le *Quercus Suber* L. et le *Quercus Ilex* L. Ce dernier se comporte absolument comme les *Quercus rubra* et *palustris*, c'est-à-dire qu'il a seulement les jeunes rameaux malades. Quant au *Quercus Suber*, malgré son affinité avec le *Quercus Ilex*, il est resté indemne. La différence est d'autant plus frappante que plusieurs des individus ont été plantés le même jour et dans la même situation.

L'*Oïdium quercinum* ne s'attaque pas seulement aux Chênes; il atteint encore le Hêtre (*Fagus sylvatica* L.), mais seulement quand cette espèce est cultivée en taillis. Les jeunes pousses seules ont alors leurs feuilles desséchées et caduques. Le Hêtre est d'ailleurs un des genres les plus voisins du Chêne.

Le Châtaignier, qui en est plus voisin encore, puisque certains botanistes l'ont compris dans le genre *Quercus*, est absolument réfractaire au parasite dont nous nous occupons.

On peut résumer ainsi le degré de résistance à l'*Oïdium* des différents arbres que nous venons de citer:

Feuilles réfractaires à la maladie...	*Castanea vulgaris* Lam. *Quercus Suber* L.
Feuilles des jeunes pousses seules attaquées........................	*Q. Ilex* L. *Q. sessiliflora* Smith. *Q. rubra*. *Q. palustris*. *Fagus sylvatica* L.
Toutes les feuilles attaquées.......	*Quercus Cerris* L. *Q. pedunculata* Ehrh. *Q. Tozza* Bosc.

SISMOLOGIE. — *Sur un séismographe à enregistrement galvanométrique à distance.* Note de M. B. GALITZINE, présentée par M. Bigourdan.

Pour l'étude des ébranlements de la surface terrestre, occasionnés par des tremblements de terre éloignés ou voisins, on se sert, dans la grande majorité des cas, de pendules horizontaux; et actuellement on se borne à étudier seulement les mouvements oscillatoires, réguliers, du sol, caractérisés par une certaine période T_p et une amplitude x_m.

Soit x l'élongation d'un point de la surface du sol par rapport à sa position d'équilibre dans un azimut quelconque; on peut alors poser

$$x = x_m \sin\left(2\pi \frac{t}{T_p} + \delta\right). \tag{1}$$

Un pendule horizontal enregistreur, convenablement placé, accusera ce mouvement par une courbe, qui répond à l'équation différentielle suivante :

$$\theta'' + 2\varepsilon\theta' + n^2\theta + \frac{1}{l}x'' = 0, \tag{2}$$

où θ est l'angle de déviation du pendule, l la distance du centre d'oscillation à l'axe de rotation, n une constante, qui dépend de la période propre T du pendule sans amortissement $\left(n = \frac{2\pi}{T}\right)$, et ε une autre constante, qui dépend de l'amortissement de l'appareil.

Or, quoique le mouvement du sol ait été supposé excessivement simple, le pendule horizontal décrira une courbe beaucoup plus compliquée, ce qui provient de l'influence du mouvement propre de l'appareil. Pour éliminer autant que possible cette influence perturbatrice, qui nuit excessivement à la lecture des séismogrammes, il faut augmenter autant que possible l'amortissement du pendule, en poussant même jusqu'à l'apériodicité ($\varepsilon = n$).

Dans ce cas, on obtient des séismogrammes qui correspondent tout à fait aux mouvements du sol, fait qui a été vérifié expérimentalement à l'aide d'une plate-forme mobile [1]. J'obtiens ce fort amortissement au moyen d'une plaque en cuivre fixée au bras du pendule, et qui se meut entre les pôles

[1] Voir *Zur Methodik der seismometrischen Beobachtungen* et *Ueber die Methoden zur Beobachtung von Neigungswellen* (*Comptes rendus des séances de la Commission sismique permanente de Saint-Pétersbourg*, t. I, Livr. 3, et t. II, Livr. 2).

opposés de deux petits aimants permanents en fer à cheval ([1]). Cet amortisseur est très simple et très commode; il peut être appliqué à toutes sortes de séismographes et, en réglant la distance des pôles des aimants, on peut varier à volonté la grandeur de l'amortissement. Il possède encore l'avantage de laisser un espace libre assez grand entre la plaque de cuivre et les pôles des aimants, de sorte qu'il n'exige pas le réglage délicat des amortisseurs à air : en outre, cet amortissement magnétique est véritablement proportionnel à la vitesse angulaire du pendule, en accord avec l'équation différentielle (2).

Le seul désavantage d'un fort amortissement c'est qu'il diminue la sensibilité du pendule. Je remédie à cet inconvénient en employant la méthode d'enregistrement galvanométrique, ce qui permet de convertir un pendule horizontal, même apériodique, en un appareil d'une très haute sensibilité et sans avoir recours aux leviers, qui, dans la pratique, sont très incommodes et introduisent de nouveaux éléments d'erreur.

A cet effet j'emploie quatre petites bobines d'induction, convenablement reliées entre elles et placées entre deux plaques de mica, le tout fixé au bras du pendule. Deux autres petits aimants permanents forment le champ magnétique dans lequel les bobines se déplacent quand le pendule est en mouvement. Ces bobines sont reliées à un galvanomètre apériodique très sensible du type d'Arsonval. En réglant convenablement la résistance extérieure, je mets ce galvanomètre exactement à la limite de l'apériodicité ([2]). Or chaque petit mouvement du pendule donne naissance, dans les bobines, à un courant induit qui est immédiatement accusé par le galvanomètre; le mouvement de celui-ci est enregistré par la méthode optique sur du papier photographique, enveloppant un cylindre tournant. Cette méthode est excessivement sensible et, dans la pratique, très simple.

Soient φ la déviation angulaire du galvanomètre, T_1 sa période propre sans amortissement, $n_1 = \frac{2\pi}{T_1}$, et k un facteur qui dépend des éléments de construction du pendule et du galvanomètre ([3]); alors φ doit satisfaire à l'équation différentielle suivante :

$$\varphi'' + 2n_1\varphi' + n_1^2\varphi + k\theta' = 0. \tag{3}$$

([1]) Voir *Ueber die magnetische Dämpfung von Horizontalpendeln* (*Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg*, n° 8, 1908).

([2]) Voir *Die electromagnetische Registriermethode* (*Comptes rendus des séances de la Commission sismique permanente, Saint-Pétersbourg*, t. III, Livr. I).

([3]) La détermination expérimentale de k n'offre aucune difficulté. Consulter à ce sujet la Note précédente et aussi : *Ueber die Bestimmung der Constanten von stark gedämpften Horizontalpendeln* (*Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg*, n° 9, 1908).

Il est aisé de voir, en intégrant cette équation (3) et en ayant égard aux équations (1) et (2), que le point lumineux décrira sur le papier photographique une sinusoïde, correspondant exactement aux mouvements du sol et avec la même période. Si l'amortissement est grand, les termes dépendant des conditions initiales du mouvement ne se font nullement sentir : après un temps très court, ils deviennent en pratique complètement négligeables.

Soient, sur le papier photographique, y_m l'élongation linéaire maximum du point lumineux correspondant à l'amplitude x_m, et A_1 la distance de la surface du cylindre enregistreur au miroir du galvanomètre. Si le pendule est lui-même à la limite de l'apériodicité ($\varepsilon = n$), on trouve pour y_m l'expression très simple suivante :

$$(4) \qquad y_m = \frac{kA_1}{\pi l} \frac{T_p}{\left[1+\left(\frac{T_p}{T}\right)^2\right]\left[1+\left(\frac{T_p}{T_1}\right)^2\right]} x_m.$$

Le multiplicateur de x_m, dans la formule précédente, caractérise l'agrandissement de l'appareil pour une valeur donnée de T_p. La valeur de ce facteur peut aisément, pour les périodes qu'on rencontre d'ordinaire en séismométrie, dépasser 1000, ce qui démontre clairement la grande sensibilité de ce séismographe. Outre cette grande sensibilité, qui du reste peut être facilement réglée à volonté, la méthode d'enregistrement galvanométrique offre encore le grand avantage de pouvoir inscrire les mouvements du pendule à distance, ce qui permet d'isoler complètement les séismographes dans une enceinte fermée et même dans le vide.

J'ai mis cette méthode à l'étude, non seulement dans mon laboratoire de Physique, au moyen de mouvements artificiels, mais aussi à la Station sismique de l'Observatoire astronomique de Pulkowa, et j'ai toujours obtenu des résultats extrêmement satisfaisants ([1]). L'hiver et le printemps derniers j'ai appliqué cette méthode, pendant plusieurs mois consécutifs, à trois pendules horizontaux de systèmes différents, savoir : un pendule type Zöllner, un pendule type Rebeur-Paschwitz et un pendule du type que je viens d'étudier, construit d'après mes indications ([2]); avec ces trois pendules d'une

---

([1]) Voir à ce sujet *Zur Methodik der seismometrischen Beobachtungen* (*loc. cit.*) et *Seismometrische Beobachtungen in Pulkowa* (*Comptes rendus des séances de la Commission sismique permanente, Saint-Pétersbourg*, t. III, Livr. 1).

([2]) Voir *Ueber eine Abänderung des Zöllner'schen Horizontalpendels* (*Comptes rendus des séances de la Commission sismique permanente, Saint-Pétersbourg*, t. III, Livr. 3).

inégale sensibilité, j'ai obtenu des séismogrammes dont la marche était absolument identique, même dans les moindres détails; en outre, les valeurs de x_m, déduites de ces trois espèces de séismogrammes [voir la formule (4)], accusaient un accord très satisfaisant, car les divergences entre ces valeurs n'atteignaient que quelques centièmes.

M. **Louis Maillard** adresse une Note *Sur la loi de Newton et les hypothèses cosmogoniques*.

(Renvoi à l'examen de M. H. Poincaré.)

M. **Jules Charvot** adresse une Note *Sur la destruction du phylloxera*.

(Renvoi à l'examen de M. Prillieux.)

M. **Ch. Nicolas** adresse une Note intitulée : *Observation d'un phénomène consistant en productions d'électricité lumineuses et continues pendant une heure et demie, au cours d'un orage*.

(Renvoi à l'examen de M. Violle.)

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 OCTOBRE 1908.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur un changement survenu récemment dans l'aspect de la comète* 1908 *c* (Morehouse-Borrelly). Note de M. G. **Bigourdan**.

L'aspect de cette comète a subi, du 30 septembre dernier ($10^h 40^m$ t. m. Paris) au lendemain, un changement profond : le 30 septembre elle était accompagnée d'une queue bien visible, à peu près opposée au Soleil, et d'au moins 15′ de long; même la veille, 29 septembre, elle était estimée de 20′. Cette queue, très diffuse, était droite et de largeur à peu près uniforme, 2′ à peu près. Le 30 septembre l'éclat de cette queue ne diminuait pas régulièrement à partir de la tête : on voyait par places des régions plus brillantes, des accumulations de matière diffuse.

Mais le lendemain 1er octobre ($10^h 24^m$) cette queue avait disparu; la tête de la comète parut moins brillante aussi. Depuis, l'aspect ne s'est pas modifié considérablement, quoique des traces de queue aient été entrevues le 3 octobre sur une longueur de 4′ à 5′.

Ces observations ont toujours été faites avec la même lunette et avec le même oculaire.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur les microbes de la putréfaction intestinale.* Note de M. **Élie Metchnikoff**.

La doctrine qui a été formulée sur ce sujet enseigne que notre tube digestif est le siège de la décomposition des matières albuminoïdes dont certains produits sont capables de nuire à notre santé. N'étant pas appuyée

sur des données irréfutables, elle a donné lieu à des critiques nombreuses, de sorte que dans ces dernières années une tendance s'est manifestée de rejeter complètement la théorie des putréfactions toxiques du tube digestif.

Après avoir établi que les intoxications alimentaires sont dues en grande majorité à l'infection par des microbes paratyphiques qui n'ont rien à faire avec les phénomènes de putréfaction, certains auteurs, parmi lesquels il faut surtout mentionner plusieurs savants belges, ont proclamé que les putréfactions intestinales ne présentent pas d'importance au point de vue pathologique.

D'un autre côté, on a émis la proposition que notre tube digestif à l'état normal n'est point le siège de putréfactions et qu'il ne renferme même pas de microbes putréfiants proprement dits. C'est Bienstock, auquel est due la découverte du principal microbe de la putréfaction, *Bacillus putrificus*, qui soutient l'absence constante de ce microbe dans le contenu intestinal de l'homme. Il pense même qu'il est détruit dans ce milieu par d'autres microbes. Or, comme la vraie putréfaction est, d'après lui, l'œuvre du *Bacillus putrificus*, son absence chez l'homme indique que notre tube digestif n'est pas le siège d'une décomposition des albuminoïdes par les microbes.

Critiquant l'affirmation de Passini, d'après lequel le *B. putrificus* se rencontrerait dans la flore intestinale de l'homme, Bienstock pense à la confusion avec un autre microbe qu'il désigne sous le nom de *B. pseudoputrificus*. Celui-ci a été retrouvé par Bienstock chez un certain nombre de personnes; mais, comme il fait fermenter les sucres, son rôle serait plutôt d'empêcher les putréfactions intestinales.

Dans le courant de cette année, Rettger, à New-York, a contesté la valeur de cette objection. En confirmation des données de Passini, il a retrouvé, dans les matières fécales de plusieurs personnes normales, le vrai *B. putrificus*. Nous avons pu, avec l'aide de M. Yungano, confirmer ce fait, en constatant, dans les déjections normales de personnes bien portantes, des bacilles en baguettes de tambour, mobiles, à spores, qui poussent dans le lait sans le coaguler, mais en digérant la caséine, caractères du vrai *B. putrificus*.

Beaucoup plus fréquents dans le contenu intestinal de l'homme, sont deux autres bacilles de la putréfaction, le *Bacillus aerogenes* de Welch et Nuttall (*B. perfringens* des auteurs français) et un bacille mobile que nous croyons identique au *Bacillus sporogenes* de Klein. Ces deux microbes sont des hôtes presque constants de l'intestin humain. Ils se trouvent sous forme de bâtonnets se colorant par la méthode de Gram, donnant des spores. On les trouve non seulement dans les matières fécales, mais aussi dans le contenu du colon, de l'appendice vermiforme et de la partie inférieure de l'iléon.

Le fait est donc certain. Le tube digestif de l'homme renferme trois espèces de microbes de la putréfaction. Ils s'y rencontrent non seulement sous forme de spores, mais aussi à leur état végétatif de bâtonnets. Plusieurs faits nous indiquent qu'en dehors de ces trois bacilles, il se trouve dans notre intestin encore quelques autres microbes, capables de faire putréfier les substances albuminoïdes.

Végétant dans les intestins, les bacilles de la putréfaction sécrètent les produits de leurs échanges. Contrairement à l'opinion que l'on exprime souvent sur l'innocuité de ces microbes, nous pouvons affirmer qu'ils sont capables de fabriquer des poisons. Le rôle pathogène du bacille de Welch dans la production de la gangrène gazeuse est généralement admis. Il a été rendu très probable, par les recherches de Herter et celles de Tissier sur la diarrhée des nourrissons, que ce bacille intervient dans plusieurs maladies intestinales. Dans les expériences sur l'appendicite expérimentale des chimpanzés que nous avons faites en collaboration avec les chirurgiens MM. Doyen et Gosset, nous avons obtenu un seul résultat positif : c'était précisément avec le bacille de Welch et Nuttall.

En cultivant ce microbe dans un mélange stérile de viande hachée et d'eau, nous avons obtenu des produits toxiques, mortels pour les lapins. Ces poisons passent à travers le filtre en porcelaine et ne sont pas détruits par la température de 100°. Ils exercent leur action toxique non seulement lorsqu'on les injecte dans les vaisseaux sanguins, mais aussi par introduction dans le gros intestin.

Les deux autres bacilles de la putréfaction, le *Bacillus putrificus* et le *Bacillus sporogenes*, donnent dans les mêmes conditions également des produits toxiques. Leurs poisons traversent aussi le filtre et résistent à la température de l'ébullition de l'eau.

Le pouvoir toxique des trois bacilles de putréfaction du contenu intestinal humain est très variable. Nous n'avons pas pu jusqu'à présent découvrir quelque règle fixe à ce sujet. Les poisons du bacille de Welch sont un peu plus actifs que ceux des deux autres microbes. Qu'il soit isolé chez des enfants, des adultes ou des vieillards, le bacille de Welch sécrète ses poisons sans la moindre constance.

Les faits que nous venons de relater démontrent d'une façon précise que notre tube digestif contient des microbes de la putréfaction, capables de fabriquer des poisons très actifs. Mais les espèces mentionnées par nous ne sont pas les seules en question. Lorsqu'on ensemence dans le mélange d'eau et de viande, non pas des cultures pures des microbes intestinaux, mais un

peu de matières fécales humaines, on voit se développer simultanément plusieurs espèces bactériennes, parmi lesquelles les trois bacilles ci-dessus mentionnés ne constituent qu'une minorité. En filtrant ces cultures, on obtient des liquides beaucoup plus toxiques que ceux que contiennent les produits des trois bacilles de la putréfaction. Parmi les producteurs de ces poisons, nous devons mentionner le colibacille, si répandu dans nos intestins.

Il n'est donc pas possible de mettre en doute ce fait fondamental que nous renfermons dans notre tube digestif et surtout dans le gros intestin une flore de microbes malfaisants, producteurs de plusieurs sortes de poisons. Pour se défendre contre leur action morbide, l'organisme se sert de plusieurs moyens dont l'étude peut être facilitée par la connaissance plus détaillée de la nature des poisons intestinaux. Les recherches dans cette voie sont en exécution dans notre service à l'Institut Pasteur.

Il faut espérer que les données expérimentales sur la flore intestinale projetteront une lumière sur tout l'ensemble des maladies du tube digestif, maladies si nombreuses et si importantes, mais dont la connaissance est encore si peu avancée à l'heure actuelle.

M. **Maurice Hamy** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire qu'il vient de publier : *Sur l'approximation des fonctions de grands nombres.*

CORRESPONDANCE.

La **Société scientifique Antonio Alzate** adresse à l'Académie l'expression de ses sentiments de profonde sympathie à l'occasion du décès d'*Henri Becquerel.*

M. **E. Trouessart** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section de Zoologie, par suite du décès de M. *Alfred Giard.*

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

Air liquide, oxygène et azote, par M. Georges Claude, avec une préface de M. *d'Arsonval.*

Les Zoocécidies des plantes d'Europe et du Bassin de la Méditerranée, par M. C. Houard. Tome I. (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la tache grise tropicale de Jupiter.* Note de M. **José Comas Solà**, présentée par M. Bigourdan.

Cette tache ou région grise allongée, de structure compliquée et dont j'ai pu observer la formation en 1901 (*Astronomische Nachrichten*, n° 3772), se trouve, comme on le sait, à la latitude jovigraphique de la tache rouge, mais sa vitesse de rotation est plus rapide d'environ 20 secondes. Par ces raisons, il est de la plus grande importance, pour l'étude de la physique de Jupiter, d'observer soigneusement les phénomènes qui peuvent se présenter lors des conjonctions de ces taches, d'autant que la tache rouge ne paraît avoir été jamais recouverte par aucun détail de l'atmosphère de Jupiter; même elle semble refouler les détails atmosphériques de la planète, comme on le voit constamment dans la grande bande équatoriale australe : la matière de celle-ci a sa rotation, en général, un peu plus courte, de quelques secondes, que celle de la tache rouge.

En 1902 eut lieu une conjonction de ces deux détails, et je pus alors observer pour la première fois que la tache grise passait *entre* la tache rouge et la planète (équatorial Grubb de 152^{mm}). Cette observation fut confirmée par moi pendant la conjonction suivante (1904), au moyen du même instrument.

En 1906 eut lieu une autre conjonction qu'il me fut impossible de bien observer, à cause de la position désavantageuse de la planète.

Pendant l'opposition de 1907-1908, j'ai répété les mêmes observations au moyen de l'équatorial Mailhat de 38^{cm} de l'Observatoire Fabra. Quoique les bonnes soirées aient été rares, j'ai pu profiter de quelques images tout à fait excellentes.

Ma première observation de cette région de la planète est du 20 novembre 1907. La conjonction des deux taches avait déjà commencé, et une partie de la tache grise était cachée par la tache rouge. On voyait plus sombre la région immédiate à la pointe suivante de la tache rouge, ce qui paraît manifester déjà une certaine compression ou un frottement de cette matière grise par la tache rouge; cette matière ne glissait ni par le nord, ni par le sud de la tache rouge. Toutes les observations que j'ai faites postérieurement ont confirmé ces remarques.

Je n'ai pas pu voir la sortie complète de la matière grise, Jupiter se couchant trop tôt à l'époque où cela eut lieu.

La partie de cette zone grise sortie par derrière la tache rouge ne paraît pas avoir souffert la moindre altération dans sa structure. En effet, cette zone grise est, en réalité, composée par deux chapelets de taches très petites, dont l'un se trouve au con-

tact apparent du bord sud de la grande bande tropicale, et dont l'autre se trouve tout près, mais pas en contact, du bord nord de la bande mince tempérée. Ces petites taches foncées sont liées obliquement par une série de traînées grisâtres qui, lorsque l'image n'est pas parfaite, ont l'aspect d'une région grise uniforme. Dans les deux extrémités de cette tache grise sont placées deux taches rondes très blanches. Or, tous ces détails ont subsisté intacts et à la même latitude après avoir traversé la tache rouge.

Ces observations, que j'ai confirmées longuement, démontrent, à mon avis, l'existence, dans l'atmosphère de Jupiter, de plusieurs courants superposés. Les courants appartenant au système II seraient d'autant plus rapides qu'ils seraient plus profonds. En revanche, le courant équatorial du système I serait plus haut; enfin, la tache rouge serait une sorte de nuage flottant placé vers la région intermédiaire, correspondant au minimum de vitesse, dans le sens direct, des deux systèmes de courants. J'ai développé une théorie de ce mécanisme dans les *Astronomische Nachrichten*, nos 4185 et 4199.

J'ai calculé la rotation moyenne de l'extrémité suivante de la tache grise, en divisant les observations en deux périodes, et voici les résultats obtenus :

	Rotations.	Durée de rotation.
		h m s
I. 1907. Novembre 20. — 1908. Janvier 24....	157	9.55.27,2
II. 1908. Janvier 24. — 1908. Avril 2..........	167	9.55.22,3

La différence, comme on le voit, quoique faible, n'est pas totalement attribuable aux erreurs d'observation. La moyenne des deux périodes, en supposant à chacune d'elles le même poids, est $9^h 55^m 24^s,7$. En 1901 (période sans conjonction avec la tache rouge et comprise entre le 17 juillet et le 25 septembre : six observations de passages), j'avais trouvé $9^h 55^m 14^s,6$. Je crois qu'il résulte nettement de ces résultats que la tache rouge oppose une résistance au mouvement direct de la tache grise, d'autant plus que dans la période du 24 novembre 1906 au 20 novembre 1907, en partie affectée de la conjonction des deux taches, je trouve $9^h 55^m 23^s,4$ et que, en 1904 (période en partie avec conjonction aussi), j'avais calculé $9^h 55^m 21^s,8$, toujours pour la même extrémité suivante de la tache grise.

Enfin ces conclusions sont confirmées encore par le calcul de la rotation de la tache rouge, quoique dans cette dernière opposition je n'aie pu obtenir que deux bonnes observations de passages par le méridien central de la pointe suivante, qui est la partie la mieux délimitée de cette tache rouge. En effet, la rotation moyenne de cette tache, correspondant à la période comprise entre le 16 janvier et le 2 avril 1908, donne $9^h 55^m 37^s,7$ qui est sensiblement inférieure à $9^h 55^m 41^s,1$ fournie par la période du 22 octobre 1906

au 16 janvier 1908, et à $9^h 55^m 43^s$ que j'avais trouvée avant qu'il y eût conjonction.

La poussée ou frottement de la tache grise sur la tache rouge, de même que la différence de niveau entre ces formations et enfin l'existence de plusieurs courants superposés dans l'atmosphère de Jupiter sont donc, à ce qu'il me semble, des faits bien démontrés.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la convergence des fractions continues.* Note de M. E. **Nörlund**, présentée par M. H. Poincaré.

La recherche de la convergence d'une fraction continue et l'étude de la manière dont se comportent, pour des valeurs très grandes de la variable indépendante, les intégrales d'une équation linéaire aux différences finies, sont au fond deux problèmes équivalents. Si, en effet, on part de l'équation aux différences

$$U(n+2) + P(n)\,U(n+1) + Q(n)\,U(n) = 0, \tag{1}$$

on déduit facilement l'identité

$$\left\{\begin{aligned} K_1 &= \frac{U_1(r+1)\,U_2(r+n) - U_2(r+1)\,U_1(r+n)}{U_1(r)\,U_2(r+n) - U_2(r)\,U_1(r+n)} \\ &= -\cfrac{Q(r)}{P(r) - \cfrac{Q(r+1)}{P(r+1) - \cfrac{Q(r+2)}{P(r+2) - \ldots \cfrac{Q(r+n-2)}{P(r+n-2)}}}}, \end{aligned}\right. \tag{2}$$

$U_1(n)$ et $U_2(n)$ sont ici deux intégrales, linéairement indépendantes, de l'équation (1). En faisant tendre n vers l'infini dans (2) on voit que la convergence de la fraction continue dépend de la limite $\lim\limits_{n=\infty} U_1(r+n) : U_2(r+n)$. Pour étudier la valeur asymptotique de $U(n)$ on peut appliquer les mêmes méthodes dont on s'est servi jusqu'ici pour l'étude de la valeur de l'intégrale d'une équation différentielle aux environs du point ∞. Considérons par exemple l'équation

$$P_k(n)\,U(n+k) + P_{k-1}(n)\,U(n+k-1) + \ldots + P_0(n)\,U(n) = 0$$

où les coefficients sont des *polynomes* en n. En appliquant une méthode semblable à celle dont M. H. Poincaré s'est servi pour l'étude des intégrales

irrégulières d'une équation différentielle (*Acta mathematica*, t. VIII, p. 295) on peut démontrer qu'il existe k intégrales, linéairement indépendantes, de la forme suivante

$$U_i(n) = \Gamma_n^{\mu_i} a_i^n \frac{\Gamma(n)}{\Gamma(n+\beta_i+1)} \left[g_0 + \frac{g_1}{n+\beta_i+1} + \frac{g_2}{(n+\beta_i+1)(n+\beta_i+2)} \right] + \ldots$$
$$(i = 1, 2, \ldots, k).$$

Malheureusement, ces séries de factorielles sont généralement divergentes, mais elles représentent l'intégrale asymptotiquement. Les intégrales se comportent donc asymptotiquement comme

$$c_i \Gamma_n^{\mu_i} a_i^n n^{-\beta_i - 1}$$

où c_i, μ_i, a_i, β_i sont des constantes indépendantes de n.

Considérons maintenant la fraction continue (2) et aussi la suivante

$$K_2 = \frac{U_1(r)U_2(r-n) - U_2(r)U_1(r-n)}{U_1(r+1)U_2(r-n) - U_2(r+1)U_1(r-n)}$$
$$= -\cfrac{1}{P(r-1) - \cfrac{Q(r-1)}{P(r-2) - \cfrac{Q(r-2)}{P(r-3) - \ldots P(r-n)}}},$$

et supposons que $P(n)$ et $Q(n)$ soient des fonctions rationnelles de n mais des fonctions arbitraires d'un paramètre x qui est, par conséquent, la variable entrant dans les fractions continues. Nous pouvons alors choisir $U_1(n)$ et $U_2(n)$ telles que, pour des valeurs très grandes positives et négatives de n, elles se comportent respectivement comme

$$c_1 \Gamma_n^{\mu_1} a_1^n n^{-\beta_1 - 1} \quad \text{et} \quad c_2 \Gamma_n^{\mu_2} a_2^n n^{-\beta_2 - 1}.$$

μ_1 et μ_2 sont deux nombres qui se déterminent par les degrés des polynomes numérateurs et dénominateurs dans $P(n)$ et $Q(n)$, tandis que a_1, a_2, β_1 et β_2 sont des fonctions de la variable x. Faisons maintenant croître n vers ∞ dans K_1 et K_2 et étudions la convergence. Si $\mu_1 > \mu_2$, K_1 tendra vers $U_2(r+1) : U_2(r)$ et K_2 vers $U_1(r) : U_1(r+1)$ dans *tout* le plan. Au contraire, si $\mu_1 = \mu_2$, K_1 tendra vers $U_1(r+1) : U_1(r)$ ou vers $U_2(r+1) : U_2(r)$ suivant que $|a_1 : a_2|$ sera plus petit ou plus grand que *un*. Ainsi la valeur de la fraction continue saute sur certaines courbes qui se déterminent par l'équation $|a_1| = |a_2|$. Quant à K_2, il tend vers la valeur réciproque des susdites fonctions et se comporte d'ailleurs de la même

manière, mais, bien entendu, de sorte que, K_1 tendant vers $U_1(r+1) : U_1(r)$, K_2 tendra vers $U_2(r) : U_2(r+1)$ et inversement.

K_1 et K_2 sont donc généralement convergents et ils intègrent ensemble l'équation (1) complètement dans tout le plan sauf sur certaines courbes singulières ($|a_1| = |a_2|$), mais ils convergent dans diverses parties du plan vers diverses fonctions analytiques. Pour que les fractions continues soient divergentes, il faut et il suffit qu'en même temps $|a_1| = |a_2|$ et $\mathcal{R}(\beta_1) = \mathcal{R}(\beta_2)$ sans que $a_1 = a_2$ et $\beta_1 = \beta_2$. Il faut mentionner que divers cas d'exception peuvent se présenter, mais il dépasserait les limites de cette Communication d'entrer en détail sur ce point.

Remarquons encore qu'on peut de la même manière étudier des fractions continues plus générales de la forme

$$-\cfrac{T(r)}{S(r) - \cfrac{Q(r)}{P(r) - \cfrac{T(r+1)}{S(r+1) - \cfrac{Q(r+1)}{P(r+1) - \ldots}}}},$$

en partant du système d'équations aux différences finies

$$U(n+1) + P(n)V(n+1) + Q(n)U(n) = 0,$$
$$V(n+1) + S(n)U(n) \qquad + T(n)V(n) = 0,$$

où $P(n)$, $Q(n)$, $S(n)$ et $T(n)$ sont des fonctions rationnelles de n, et l'on serait conduit à des résultats analogues aux précédents.

ÉLECTRICITÉ. — *Les ondes dirigées en télégraphie sans fil et la recherche de la syntonie.* Note de M. **Turpain**, présentée par M. H. Poincaré.

MM. Bellini et Tosi ont indiqué dans une Note des *Comptes rendus* du 11 mai dernier un système fort ingénieux de télégraphie sans fil par ondes dirigées qui nous engage à présenter les quelques remarques suivantes.

Le principe de ce système nous paraît avoir, ainsi que ceux de plusieurs autres dispositifs syntoniques plus anciens, une parenté immédiate avec les phénomènes d'interférence des champs hertziens que nous avons été le premier, *il y a plus de dix ans*, à étudier et même à appliquer (*Comptes rendus*, 28 mars 1899; *Soc. Sc. phys. et nat. de Bordeaux*, 31 mars 1898).

Les résultats de ces études publiés en fragments ont été réunis et publiés en 1899 en un Volume (*Recherches expérimentales sur les oscillations électriques*, p. 58-74 et 147; Paris, A. Hermann) et dans un Chapitre de la 1re édition de notre Ouvrage (*Les applications pratiques des ondes électriques*; Paris, C. Naud, 1902).

En 1901, M. Slaby publia plusieurs articles et brochures faisant connaître des dispositions *originales* qu'il aurait trouvées *par une voie purement théorique et confirmée tout d'abord au laboratoire par de nombreuses mesures*. Il suffit de rapprocher nos publications, antérieures de près de deux ans à celles du professeur allemand, pour se convaincre que M. Slaby n'a eu qu'à transporter dans le domaine de la télégraphie sans fil les principes expérimentaux que nous avons établis.

On retrouve encore l'utilisation de champs hertziens interférents dans les dispositifs syntones de M. Artom (*Atti della Reale Accademia de Lincei*, 15 mars 1905), dans ceux de M. Magri, enfin dans ceux plus récents de MM. Bellini et Tosi, qui tous utilisent avec plus ou moins de succès un champ interférent produit au moyen de deux antennes, soit convenablement *éloignées*, soit convenablement *inclinées*, soit encore convenablement *excitées*. Il y a une parenté immédiate entre l'état électrique dans lequel on met deux antennes dans ces dispositifs et l'état électrique que nous avons le premier imaginé de donner aux deux fils de concentration du champ hertzien ordinaire pour le transformer en ce que nous avons nommé alors *champ interférent*, dont nous avons fait de nombreuses applications, en particulier à la solution générale de problèmes de télégraphie.

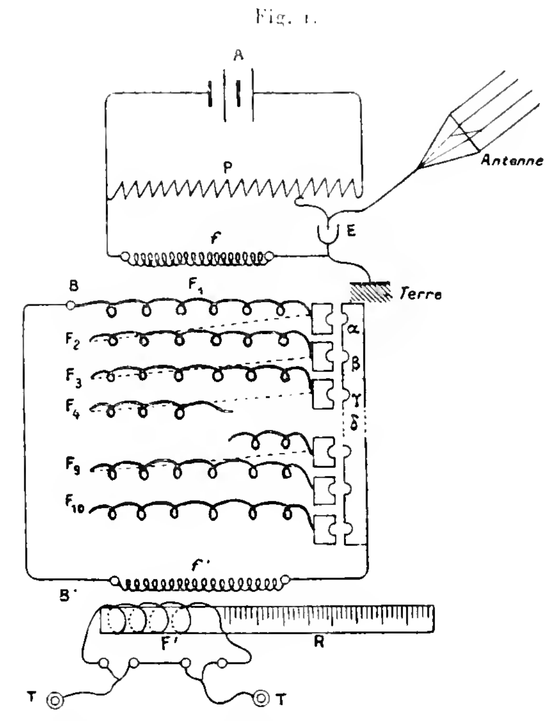
En présentant cette réclamation de priorité, nous tenons à rendre justice à toute l'ingéniosité des expériences de nos successeurs et à tout l'intérêt que présentent leurs essais, de la plus grande importance pratique.

Nous ferons remarquer que dès 1894, c'est-à-dire bien avant M. Marconi, nous avons songé à l'application des ondes électriques à la télégraphie, même à la télégraphie sans fil. C'est ainsi que notre résonateur à coupure, dans la coupure duquel nous introduisions un téléphone, et qui nous permettait de déceler les ondes d'un oscillateur à plusieurs mètres de distance à travers portes et murs, fut présenté à la Société des Sciences de Bordeaux le 4 avril 1895. Le regretté doyen de la Faculté des Sciences de Bordeaux, Brunel, qui suivait alors avec intérêt nos expériences que la maladie interrompit durant deux ans, signala naguère cette priorité. On peut en effet schématiser un poste récepteur actuel de télégraphie sans fil par une antenne, un résonateur à coupure (véritable cohéreur à contact unique suivant l'expression même de M. Tissot) et un téléphone.

RADIOTÉLÉGRAPHIE. — *Études sur l'association en série et en parallèle des détecteurs électrolytiques.* Note [1] de M. JÉGOU, présentée par M. Lippmann.

Dans ces études nous avons fait usage d'électrolytiques à pointes anodiques interchangeables dont la sensibilité était parfaitement connue par des mesures faites avec le dispositif de mesure décrit dans une Note précédente [2].

Fig. 1.



A, accumulateurs. P, potentiomètre. E, détecteur électrolytique. B, bobine à 10 induits de chacun 1$^{\Omega}$ dont f est l'enroulement inducteur à fil fin et long. Les induits F_1, F_2, F_3, ..., F_{10} sont groupés en série et en nombre plus ou moins grand en enfonçant une fiche en α, β, γ, ...
B', Bobine servant aux mesures, dont f' est l'enroulement inducteur à fil fin et long, F' l'enroulement à fil gros et court, mobile sur la règle graduée R.
T, téléphones.

Le schéma ci-dessus indique un dispositif additionnel qui a été nécessaire pour que toutes les mesures puissent s'opérer dans les limites d'écart possibles entre les deux

(1) Note reçue dans la séance du 22 juin 1908.
(2) *Comptes rendus*, séance du 15 juin 1908.

bobines du dispositif de mesure; nous tenions, en effet, à opérer avec une émission à laquelle on ne toucherait aucunement pour modifier sa puissance pendant les essais, car il aurait été très difficile, sinon impossible, de rétablir l'émission dans les mêmes conditions. Les émissions étaient alors commandées automatiquement, et, suivant la place occupée par la fiche du commutateur, nous pouvions graduer l'action sur l'appareil de mesure de façon à obtenir l'extinction du son dans les limites d'écart dont on disposait sur l'échelle graduée.

Dans ces conditions, malgré la grande différence de sensibilité des pointes étudiées, les mesures ont toujours pu se faire avec facilité.

Voici d'ailleurs le résumé des observations ainsi faites sur l'association en série et en parallèle des détecteurs électrolytiques.

Des nombres recueillis au cours des essais il résulte très nettement que l'association en série de deux ou plusieurs électrolytiques est toujours nuisible pour la sensibilité. L'ensemble présente, en effet, une sensibilité *inférieure* d'une vingtaine de millimètres à celle du *moins sensible* des détecteurs associés.

Dans ces études, évidemment, nous avions soin de choisir convenablement la source primaire de façon à appliquer toujours la tension critique qui variait sensiblement proportionnellement au nombre des détecteurs électrolytiques groupés en série.

L'étude de l'association en parallèle est beaucoup plus intéressante, car elle nous apprend que c'est le plus sensible des détecteurs associés qui détermine la sensibilité de l'ensemble. Autrement dit, l'association en parallèle des détecteurs donne une sensibilité de réception de l'ensemble au moins *égale* à celle du *plus sensible* des détecteurs associés.

Cette fois la tension critique reste la même et par conséquent la source primaire, elle aussi.

Le montage en parallèle de deux ou plusieurs électrolytiques peut, semble-t-il, être employé avantageusement dans la pratique, car on peut ainsi compter sur une bien plus grande constance de sensibilité pour la réception; en effet, si un des détecteurs associés vient à baisser fortuitement de sensibilité, il résulte de la propriété précédente que la sensibilité générale de la réception n'en sera aucunement affectée, et, pour qu'il en soit toujours ainsi, il suffira qu'un seul de tous les détecteurs associés soit resté intact. On suppose évidemment qu'on a eu soin de grouper des détecteurs de sensibilité à peu près égale.

De plus, le montage en parallèle des détecteurs présente encore cet avantage assez sérieux de voir les pointes d'électrolytiques bien plus rarement brûlées par des ondes trop puissantes émises par exemple par l'émission du poste lui-même. L'explication du phénomène semble être la suivante : tant

que les actions sur la réception sont extrêmement faibles, c'est le plus sensible des détecteurs associés qui fonctionne seul; mais, quand l'action est plus puissante, les autres électrolytiques fonctionnent en même temps et en nombre d'autant plus grand que l'action est plus puissante. L'énergie reçue est alors répartie sur les diverses pointes des électrolytiques en fonctionnement et ainsi se trouve suffisamment affaiblie dans bien des cas pour empêcher ces pointes d'être brûlées.

J'exposerai en outre quelques applications du procédé de mesure signalé : il pourra être utile pour permettre de faire un choix parmi les électrolytiques fournis par un constructeur; on pourra les classer et les trier, on pourra même en choisir ayant une sensibilité égale à celle de ceux qui sont déjà utilisés pour un service donné, lequel risquerait parfois de ne plus fonctionner par le simple fait de remplacer le détecteur par un autre moins sensible. Ceci est appréciable pour les postes qui établissent des communications aux portées maxima des énergies utilisées.

PHYSIQUE. — *Analyse des gaz de l'atmosphère non liquéfiables dans l'air liquide.* Note de MM. **F. Bordas** et **Touplain**, transmise par M. d'Arsonval.

L'appareil que nous avons indiqué dans une Note précédente pour rechercher les faibles quantités de gaz contenues dans les minerais nous a servi, en apportant quelques modifications, à faire l'analyse des gaz qui s'échappent lors de la liquéfaction de l'oxygène et de l'azote obtenus par distillation de l'air liquide.

Ces gaz nous ont été fournis par M. Claude et ont été obtenus dans le fonctionnement normal de séparation de l'air en ses éléments.

A part l'intérêt qu'il y avait à déterminer la nature de ces gaz, il était important aussi d'établir d'une manière précise leurs lignes spectrales. La technique que nous avons employée nous a permis de séparer nettement tous les gaz les uns des autres.

Elle consiste dans l'emploi de l'appareil à distillation dans le vide qui nous a servi antérieurement à rechercher l'hélium dans différents minerais [1].

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 628.

Nous rappelons que le principe de cet appareil réside dans l'absorption fractionnée des gaz par du charbon contenu dans des tubes plongés dans l'air liquide, et l'examen spectral au tube de Plücker des différents gaz résiduels.

Pour les gaz que nous avons eus à examiner, il a été nécessaire de faire passer le gaz résiduel dans une série de tubes à charbon, afin d'obtenir une purification complète de chacun de ces gaz.

Cette pratique simple nous permet, sans le secours d'aucun réactif chimique et sans crainte de perdre la plus petite quantité de gaz ou l'introduction de gaz étrangers, de reconnaître nettement la nature du gaz en expérience.

Après avoir séparé par ce procédé la totalité de l'oxygène et de l'azote contenus dans les gaz à essayer, nous avons déterminé les longueurs d'onde du gaz restant.

Dans le Tableau ci-dessous, nous mettons en regard de nos chiffres les longueurs d'onde données jusqu'ici pour le néon et l'hélium et publiées récemment par Baly.

Longueurs d'onde trouvées.	Intensités relatives.	Longueurs d'onde du néon et de l'hélium d'après Baly.	Intensités relatives.
7267	00	»	»
7082 He	0	»	»
7050	1	»	»
6943	1	»	»
6732	2	»	»
6690 He	3	6690 He	»
6610	2	»	»
6572	0	»	»
6535	6	»	»
6509	10	»	»
6402 Ne	12	6402 Ne	10
6380 Ne	8	6383 Ne	8
6329 Ne	8	6328 Ne	6
6303 Ne	4	6305 Ne	8
6262 Ne	8	6267 Ne	10
6212 Ne	4	6217 Ne	8
6180 Ne	000	6182 Ne	10?
6160 Ne	5	6164 Ne	10
6143 Ne	12	6143 Ne	10
6135 Ne	000	6129 Ne	8
6091 Ne	8	6096 Ne	10
6069 Ne	8	6075 Ne	10
6028 Ne	4	6030 Ne	10
5972 Ne	4	5976 Ne	8
		5975 Ne	6
5943 Ne	10	5945 Ne	10
5905	00	5882 Ne	8
5840	4	»	»

Longueurs d'onde trouvées.	Intensités relatives.	Longueurs d'onde du néon et de l'hélium d'après Baly.	Intensités relatives.
5875 Ne	15	5876 He	»
5852 Ne	15	5853 Ne	20
5820	1	»	»
5808	0	»	»
5765	5	»	»
5750	1	»	»
5722	0	»	»
5694	1	»	»
5659	2	»	»
5569	1	»	»
5441	0	»	»
5407	6	»	»
5348	8	»	»
5336	6.	»	»
5189 à 5038 (système de 5 bandes peu nettes équidistantes)	»	»	»
5019 He	15	5016 He	»
4924 He	4	4922 He	»
4713 He	2	4713 He	»
4469 He	10	4471 He	»
		4260 Ne	6

D'après ce Tableau, toutes les longueurs d'onde que nous avons trouvées comportent celles du néon et de l'hélium indiquées par Baly. Mais nous constatons qu'il existe, en outre, une série de raies que nous attribuons au néon et qui n'ont pas encore été signalées. En effet, nous avons pu séparer complètement l'hélium du néon, et le spectre du néon pur comprenait cette série de raies nouvelles dont les longueurs d'onde sont les suivantes :

Longueurs d'onde.

Rouge.	7267, 7050, 6943, 6732, 6640, 6572, 6535, 6509
Orange.	5903, 5890
Jaune.	5820, 5808, 5765
Vert.	5750, 5722, 5694, 5659, 5569, 5441, 5407, 5348, 5336

En résumé, les gaz de l'atmosphère non liquéfiables dans l'air liquide sont constitués par du néon et de l'hélium, et notre procédé nous a permis de trouver des lignes nouvelles dans le spectre du néon pur.

PHYSIQUE. — *Grandeur des molécules et charge de l'électron.* Note de M. **Jean Perrin**, transmise par M. J. Violle.

Le nombre N de molécules que contient toute molécule-gramme, la charge e de l'électron et le quotient α de l'énergie moyenne d'une molécule par sa température absolue T sont des *constantes universelles* qui sont connues dès qu'une d'elles est connue. En effet, dans l'électrolyse d'un sel monovalent, 96550 coulombs sont transportés par N atomes, ce qui donne

$$Ne = 3.10^9.96550 = 29.10^{13} \text{ (unités électrostatiques C. G. S.)},$$

et, d'autre part, d'après la théorie cinétique, le produit 3RT mesure la force vive de translation que possèdent à un instant quelconque les N molécules d'une molécule-gramme, en sorte qu'on a

$$2N\alpha = 3R = 3.83,2.10^6.$$

La théorie cinétique donne au moins l'ordre de grandeur de N en s'aidant de considérations qu'on peut, je crois, résumer comme il suit : d'une part, dans un liquide, les molécules (qu'on suppose sphériques) ne peuvent être plus serrées que des boulets dans une pile de boulets, et de là résulte que N doit être plus grand que 4.10^{22}; d'autre part, le volume *vrai* des molécules ne peut qu'être supérieur à celui des sphères *parfaitement* conductrices qui, substituées à ces molécules, donneraient la même constante diélectrique au fluide, et de là résulte que N doit être plus petit que 204.10^{22}; enfin, d'après la théorie de Van der Waals, le volume *vrai* de N molécules est le douzième du volume critique de la molécule-gramme, et de là résulte pour N la valeur 60.10^{22}, déjà sans doute assez approchée, sans qu'on puisse dire au juste à combien près (un écart de 40 pour 100 en plus ou en moins n'étonnerait pas).

Les recherches du deuxième groupe utilisent le pouvoir qu'ont les ions d'un gaz de condenser la vapeur d'eau (C.-T.-R. Wilson). On peut alors obtenir e, soit en divisant la charge présente dans le gaz par le nombre de gouttelettes qui la portent (Townsend, J.-J. Thomson), soit en observant l'action d'un champ électrique sur ces gouttelettes chargées (Harold A. Wilson). Townsend a ainsi trouvé, en unités électrostatiques C. G. S., 3.10^{-10} (ions des gaz de l'électrolyse); J.-J. Thomson a trouvé $3{,}4.10^{-10}$ (ions des deux signes dus au radium) et $6{,}8.10^{-10}$ (ions négatifs produits par la lumière); Harold A. Wilson a trouvé $3{,}1.10^{-10}$ (ions négatifs produits par les rayons X). Les valeurs correspondantes de N sont comprises entre 43.10^{22} et 96.10^{22}.

Je discuterai ailleurs ces expériences qui, fixant un ordre de grandeur inconnu, ont

imposé la notion capitale de *corpuscules* bien plus petits que les atomes (J.-J. Thomson), mais qui, je crois, n'ont pas pu être très précises [1].

En troisième lieu je dois citer les résultats de Max Planck et H.-A. Lorentz. Le premier, dans sa belle théorie électromagnétique du rayonnement noir, a trouvé pour α, à partir des mesures de Kurlbaum, la valeur $2,02.10^{-16}$, qui fait N égal à **61**.10^{22}; mais, à partir des mêmes mesures, par une théorie différente, Lorentz a trouvé N égal à **77**.10^{22}.

J'ai suivi, pour déterminer N, une méthode qui me semble *directe et susceptible d'une précision illimitée*. Elle se fonde sur ce que des grains égaux se répartissent dans une émulsion étendue comme feraient des molécules de même masse obéissant aux lois des gaz parfaits [2]. Cela entraîne l'équation :

$$2,3 \log_{10} \frac{n_0}{n} = \frac{N}{RT} \frac{4}{3} \pi a^3 g (d - \delta) h$$

où n et n_0 désignent les concentrations des grains en des niveaux distants de h, a le rayon des grains et $(d - \delta)$ l'excès de leur densité sur celle de l'eau.

Trois séries d'expériences m'ayant prouvé, comme je l'ai dit, que des grains de tailles très différentes conduisaient sensiblement à la même valeur de N, je me suis efforcé d'en faire une particulièrement soignée, dont je donnerai ailleurs le détail; T était égal à $273 + 20$, h à 30^{μ}, $(d - \delta)$ à 0,2067, a à $0^{\mu},212$; enfin, pour avoir $\frac{n_0}{n}$, j'ai compté un à un 13000 grains en 16000 lectures. En conséquence de ces mesures, je crois pouvoir donner

$$N = \mathbf{71}.10^{22},$$

ce qui entraîne pour l'électron

$$e = \mathbf{4,1}.10^{-10}$$

et pour la constante d'énergie moléculaire

$$\alpha = \mathbf{1,7}.10^{-16}.$$

---

[1] Enfin Rutherford, en un beau Mémoire (août 1908) qui vient seulement aujourd'hui à ma connaissance, obtient pour e, par deux groupes de mesures de radioactivité, deux nombres qui placeraient N entre **62**.10^{22} (qu'il regarde comme le plus probable) et **72**.10^{22} (ceci en admettant égale à 2000 ans la constante de temps du radium).

[2] *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 967; t. CXLVII, 1908, p. 530.

La masse d'une molécule ou d'un atome quelconques s'obtient de façon évidente *avec la même précision*. Par exemple, la masse $\frac{32}{N}$ de la molécule d'oxygène est $0^{g},45.10^{-22}$; celle de l'atome d'hydrogène est $1,40.10^{-24}$; celle du *corpuscule* enfin est $0,75.10^{-27}$.

Si 0,9 est la densité de l'oxygène liquide et 0,00019 la viscosité de l'oxygène gazeux, le *diamètre* de la molécule d'oxygène, au sens où la théorie cinétique entend ce mot, est $2,6.10^{-8}$; celui de la molécule d'hélium, la plus petite de toutes, est $1,7.10^{-8}$. Les diverses grandeurs moléculaires que la théorie cinétique fait intervenir se calculent aussi aisément.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Réactions microchimiques de l'arsenic applicables en Médecine légale*. Note de M. G. **Denigès**.

La plupart des combinaisons salines insolubles que fournit par double décomposition l'arsenic salifié se déposent à l'état amorphe dans les conditions où l'on se place habituellement pour les obtenir. C'est ce qui explique la pénurie de réactions microchimiques relatives à cette substance et la difficulté, pour le chimiste légiste, de se servir ou de présenter, comme pièces d'identification dans un cas d'empoisonnement par l'arsenic, des préparations microscopiques spécifiques de ce métalloïde.

En observant scrupuleusement la technique ci-dessous, on obtiendra le plus facilement du monde des cristaux très caractéristiques avec des traces de produits arsénicaux amenés à l'état d'acide arsénique et traités directement, sur lame, par divers réactifs dont l'un nouvellement employé : l'azotate mercureux, et les autres depuis longtemps utilisés pour la caractérisation chimique ou la séparation de l'arsenic : l'azotate d'argent et la mixture magnésienne. Je m'occuperai de ces derniers dans la présente Note en faisant remarquer que je me suis servi d'azotate d'argent en solution à 3 pour 100 additionné, dans un cas, du dixième de son volume d'acide acétique pur et, dans un autre, du cinquième de son volume d'ammoniaque sept à huit fois normale.

Le procédé consiste essentiellement à opérer, non point sur une goutte plus ou moins concentrée de la solution arsénicale, ce qui fournit toujours des produits amorphes ou ne donne pas de résultat, mais sur le résidu sec d'une gouttelette de cette solution sur une lame porte-objet.

Cette gouttelette ne devra pas s'étaler sur un diamètre supérieur à 5^{mm}, et, pour la réussite certaine de l'opération, contiendra, au plus, $0^{mg},025$ d'arsenic. On l'évaporera

lentement en passant la lame, par un mouvement circulaire lent, à 1^{cm} environ au-dessus d'une flamme très surbaissée de lampe à essence, de façon à n'échauffer que la zone annulaire extérieure concentrique à la goutte. Quand celle-ci est réduite au tiers de son diamètre primitif, on cesse de chauffer; l'évaporation s'achève alors seule et on laisse *complètement* refroidir.

Cela fait, on dépose au centre du résidu et par contact direct une gouttelette de réactif prélevée avec un agitateur de 3^{mm} à 4^{mm} de diamètre, à bout arrondi, et plongé de quelques millimètres dans le réactif, de façon que la gouttelette que ce dernier abandonnera au résidu ne le déborde pas, même après s'être étalée sur lui, et présente un ménisque aplati et non élevé.

Après un contact d'à peu près 3 minutes, temps nécessaire pour que cesse la sursaturation du mélange, et sans couvrir d'une lamelle, on examine la préparation au microscope (d'abord de 30 à 50 diamètres, puis de 100 à 150) en explorant, en premier lieu, la zone limitante externe où se trouvent d'habitude les cristaux les plus volumineux.

Avec le nitrate d'argent ammoniacal, on observe des cristaux rouges, hexagonaux ou rhombiques, souvent groupés, et parfois des tétraèdres. Ces cristaux se voient encore très nettement lorsque, au bout d'un temps suffisant, la préparation s'est complètement desséchée à l'air. Ils se conservent ainsi fort longtemps et peuvent servir de pièces à conviction.

Avec le nitrate acétique on aperçoit en outre, et plus fréquemment, des cristallites à trois branches dérivés du dodécaèdre rhomboïdal.

Avec la mixture magnésienne on observe des cristallites affectant la forme d'X ou de feuilles de fougère, comme le phosphate ammoniaco-magnésien.

Pour l'identification médico-légale de taches ou anneaux d'arsenic, on les dissout dans quelques gouttes d'acide nitrique concentré chaud, on évapore avec précaution, à peu près à sec, dans une petite capsule, au-dessus d'une faible flamme. On ajoute encore quelques gouttes d'acide nitrique, on évapore encore et l'on reprend par 0$^{cm^3}$,1, ou même moins, selon l'importance de la tache, d'acide nitrique au dixième en volume.

Des gouttelettes de cette solution, évaporées sur lame de verre comme il a été indiqué précédemment, serviront à effectuer les réactions plus haut décrites. On décèle ainsi, sûrement, moins de 0^{mg},001 d'arsenic.

On pourra s'exercer à reproduire ces réactions avec une solution arsénicale à 0^{g},40 ou 0^{g},50 pour 100 d'arsenic obtenue en faisant bouillir, dans un tube, 0^{g},60 d'acide arsénieux et 3$^{cm^3}$ d'acide nitrique ($D = 1,39$) jusqu'à disparition de vapeurs rouges et diluant avec 100$^{cm^3}$ d'eau.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides pinoniques et piniques actifs.* Note de MM. Ph. Barbier et V. Grignard, présentée par M. Haller.

Les recherches sur l'oxydation permanganique du pinène, dues principalement à Tiemann, à Bayer, à Wagner et Ertschikowski, n'ont permis

d'isoler, comme premier terme acide, que l'acide pinonique racémique, à côté d'un acide huileux faiblement actif. Nous avons pensé que ce résultat était dû, au moins en partie, à ce que les savants précités ont toujours opéré sur des pinènes droit ou gauche ne présentant qu'un faible pouvoir rotatoire. Aussi, après nous être assurés que l'oxydation du pinène racémique conduisait uniquement à de l'acide pinonique racémique (abstraction faite, bien entendu, des autres produits d'oxydation dont nous ne nous occuperons pas ici), nous avons étudié l'oxydation du pinène gauche et du pinène droit fortement actifs.

Oxydation du pinène gauche. — La portion 155°-157° du pinène français employé présentait un pouvoir rotatoire de — 37°,2; la portion 157°-160°, environ cinq à six fois moins importante, possédait des constantes physiques peu différentes de la première, sauf le pouvoir rotatoire qui n'était plus que de — 32°,3. Nous avons cependant réuni ces deux fractions pour l'oxydation qui a été conduite de la manière suivante :

On place dans un flacon une solution de 233^g de permanganate de potassium dans 2^l d'eau et l'on y introduit, par petites portions, une émulsion de 100^g de pinène dans 600^g d'eau; on agite fortement en maintenant sous un courant d'eau froide. On obtient ainsi par la technique habituelle un poids d'acides qui représente environ 87 pour 100 du poids du pinène.

On en sépare d'abord les acides volatils, puis l'acide pinonique à l'état de sel de sodium, très peu soluble dans l'eau, et l'on soumet le reste à la distillation fractionnée dans le vide. La portion la plus importante passe, après deux rectifications, à 189°-195° sous 18^{mm}; c'est la seule dont nous nous occuperons ici.

Abandonnée à elle-même, elle ne tarde pas à cristalliser partiellement en longues aiguilles barbelées perpendiculairement à leur direction et qu'on sépare par essorage. En faisant recristalliser dans un mélange d'éther et de ligroïne légère, on obtient de gros cristaux fusibles à 67°-69° qui constituent, comme on le verra, l'acide pinonique gauche.

L'acide huileux séparé du précédent a été agité pendant 2 heures avec du bisulfite de soude pour séparer une très faible quantité d'acide pinoylformique. L'acide ainsi purifié cristallise de nouveau en beaux cristaux massifs, fusibles à 104°-105°, qui sont de l'acide pinonique racémique. L'huile restante, soumise ensuite à un froid assez vif, a abandonné une nouvelle quantité d'acide gauche. Il reste finalement une faible proportion d'huile que nous n'avons pu faire cristalliser, mais qui paraît être à peu près uniquement constituée par de l'acide pinonique gauche mélangé d'un peu de racémique, ainsi que cela résulte de l'examen des oximes.

L'acide pinonique gauche, de formule $C^{10}H^{16}O^3$, fond à 67°-69°; il est facilement soluble dans l'eau et dans l'éther, assez soluble dans le chloroforme, à peu près insoluble dans la ligroïne légère. Son pouvoir rotatoire,

déterminé dans le chloroforme, a été trouvé égal à $[\alpha_D]_{22} = -90^\circ,5$. Son étude cristallographique est en cours.

Traité en solution aqueuse par le chlorhydrate d'hydroxylamine et la potasse, il se transforme intégralement en un mélange d'oximes qu'on sépare aisément grâce à leur différence de solubilité dans l'éther. L'une, très peu soluble dans ce solvant, y cristallise en petits glomérules microcristallins fusibles à 189°-191° : elle est dextrogyre; l'autre, facilement soluble et lévogyre, cristallise en grosses tables fusibles à 128°. Nous nous trouvons donc en présence des γ et β oximes obtenues par Baeyer avec l'acide pinonique huileux, à cette différence près que les pouvoirs rotatoires sont intervertis; ceci est d'ailleurs tout naturel, car l'acide huileux étudié par le savant allemand était dextrogyre; il a donc obtenu, comme nous le verrons tout à l'heure, les oximes de l'acide pinonique droit.

L'oxydation de l'acide pinonique gauche par l'hypochlorite ou l'hypobromite de soude nous a conduits à un acide huileux difficilement cristallisable, mais qui, après deux rectifications dans le vide, bout à 225° (non corr.) sous 17^{mm} et se prend assez vite en une masse dure qu'on a fait recristalliser dans un mélange d'éther et de ligroïne légère. On obtient des buissons de prismes fusibles à 135°-136°, facilement solubles dans l'eau et dans l'éther, assez solubles dans l'acétone, peu solubles dans le chloroforme et le benzène, à peu près insolubles dans la ligroïne légère. Nous avons trouvé dans l'acétone $[\alpha_D]_{25} = +7^\circ,1$. Cet acide de formule $C^9H^{14}O^4$ ne peut donc être que l'acide pinique droit.

Oxydation du pinène droit. — L'essence de myrte nous a fourni, par soigneuse purification de sa portion terpénique, un pinène fortement dextrogyre dont la portion 155°-158° a présenté les constantes suivantes :

$$d_0 = 0,8745; \quad d_{14}^{4} = 0,8635; \quad n_D = 1,46977; \quad [\alpha_D] = +39^\circ,4.$$

Traité comme le précédent, ce pinène nous a fourni un acide pinonique brut bouillant à 190°-192° sous 17^{mm}, qui abandonne un premier dépôt cristallin constitué par un mélange d'acide racémique et d'acide droit, puis de l'acide actif seul, et il reste un mélange huileux d'acide droit avec un peu d'acide racémique.

L'acide racémique se sépare facilement de l'acide droit par cristallisation dans un mélange d'éther et de ligroïne légère dans lequel l'acide racémique est nettement moins soluble. L'acide droit se dépose le dernier et par une nouvelle cristallisation il fond à 67°-68°. Ses propriétés sont sensiblement

les mêmes que celles de l'acide gauche, sauf le pouvoir rotatoire, à peu près égal et de signe contraire $[\alpha_D]_{25^\circ} = + 89^\circ,0$.

Par fusion de quantités égales des acides droit et gauche, on obtient immédiatement le racémique fusible à 104°. L'oximation de l'acide droit conduit aux deux oximes β et γ identiques à celles de Baeyer.

Nous n'avons pas encore entre les mains une quantité suffisante de cet acide pour le soumettre à l'oxydation qui nous conduira, sans nul doute, à l'acide pinique gauche.

En résumé, l'oxydation permanganique des pinènes fortement actifs conduit aisément aux acides pinoniques actifs correspondants, de même signe respectivement que le pinène initial et donnant chacun deux oximes qui sont les β et γ oximes de Baeyer. L'oxydation de ces acides conduit, autant que nous pouvons en juger, à des acide piniques actifs, mais de signe contraire.

Il résulte en outre de ces recherches que l'acide obtenu par Tiemann en oxydant l'α-campholénate de sodium et en distillant l'acide α-dioxydihydrocampholénique, et décrit comme acide pinonique gauche, n'est pas le véritable acide pinonique gauche dérivé du pinène gauche; il en diffère en effet par son point de fusion, 98°-99°; par son oxime, unique et fusible à 147°; par son produit d'oxydation qui est l'acide pinique racémique. Mais il est possible que ces deux acides gauches soient les isomères *cis* et *cis-trans* prévus par la théorie.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage de l'acide succinique dans les vins et dans les liquides fermentés en présence d'acides fixes.* Note de M. **M.-Emm. Pozzi-Escot**, présentée par M. A. Carnot.

L'acide succinique se rencontre dans un très grand nombre de produits d'origine végétale, particulièrement dans les raisins, simultanément avec un très grand nombre d'autres produits acides: acides tartrique, citrique, oxalique, malique, etc.; il se produit enfin dans les fermentations, par sécrétion des agents de fermentation eux-mêmes. Les procédés de dosage recommandés par différents auteurs sont longs et ennuyeux, à tel point que Duclaux a pu écrire sans la moindre exagération : « Les incertitudes du dosage de l'acide succinique, quand il y a des acides fixes, sont telles que beaucoup d'opérateurs y ont renoncé, et que les chiffres qu'ils donnent pour l'acide succinique dans leurs Tableaux d'analyse sont généralement fictifs. » Il m'a paru intéressant, dans ces conditions, d'établir une méthode qui permette d'effectuer ce dosage avec facilité et certitude. Le mode opératoire suivant, très simple, résout le problème :

On prélève un volume connu du liquide, on le neutralise par l'ammoniaque, puis

on l'acidifie par un léger excès d'acide acétique, et l'on ajoute du chlorure de baryum, de manière à précipiter l'acide oxalique et les acides minéraux, tels que H^3PO^4 et H^2SO^4; on filtre et on lave le filtre. On porte le liquide filtré à l'ébullition et l'on ajoute un excès notable d'acétate de plomb, qui précipite les matières albuminoïdes, les tanins, l'acide tartrique et l'acide citrique, également les phosphates s'il y en a; l'acide malique et l'acide succinique restent en solution à la faveur de l'excès d'acétate de plomb; on filtre et on lave le filtre avec de l'eau légèrement acétique. Le liquide filtré est traité par l'acide sulfurique d'abord, puis par l'hydrogène sulfuré, de manière à éliminer tout le plomb, on filtre et l'on porte le liquide à l'ébullition pour chasser l'excès d'hydrogène sulfuré.

La solution ainsi obtenue renferme l'acide malique et l'acide succinique, on l'acidule franchement par l'acide sulfurique et l'on traite à l'ébullition par un excès de permanganate de potassium, de manière qu'à la fin de l'opération la liqueur reste au moins 5 minutes sans décoloration. Dans ces conditions l'acide malique seul s'oxyde complètement, de même que les dernières traces d'acide citrique et tartrique qui auraient pu rester en solution; l'acide succinique reste en solution. On ajoute à la solution bouillante un peu de bisulfite de potasse, de manière à décolorer la solution, puis un léger excès de chlorure de baryum pour éliminer l'acide sulfurique; on filtre.

La solution filtrée est concentrée légèrement, rendue ammoniacale et additionnée d'un excès de bromure de baryum alcoolique et de 3^{vol} d'alcool fort. Il se précipite du succinate de baryte; on le reçoit sur un filtre, on le lave avec de l'alcool légèrement étendu, on sèche et l'on calcine au moufle.

Il se fait du carbonate de baryte qu'on traite à chaud par un excès connu d'acide chlorhydrique décinormal; soit n le nombre de centimètres cubes de celui-ci utilisés dans cette neutralisation, la quantité d'acide succinique existant dans la prise d'essai est immédiatement donnée par la relation :

$$\text{Acide succinique} = n \times 0,0059.$$

On voit facilement que ce procédé de dosage, qui met en œuvre des réactions connues du reste, présente une grande simplicité et peut être exécuté rapidement; j'ai pu m'assurer qu'il comporte une exactitude parfaitement satisfaisante. Il serait certainement intéressant de l'appliquer à l'étude des vins et des produits de fermentation. C'est là une étude que je me propose de faire.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Effet de la dialyse sur les sucs présurants végétaux.* Note de M. C. **Gerber**, présentée par M. Guignard.

Nous avons montré, dans des recherches précédentes sur la coagulation du lait par les présures végétales, le rôle important que jouent, dans ce phénomène, les divers sels contenus aussi bien dans le suc tel qu'on l'obtient par expression de la plante que dans le lait lui-même.

Il était nécessaire de compléter ces recherches en opérant sur des sucs dialysés et, par suite, privés de la majeure partie de leurs éléments minéraux.

Nous avons dialysé en eau courante, pendant 24 heures, 20^{cm^3} de deux sucs (*Ficus Carica* L., *Broussonetia papyrifera* L.) aussitôt après expression et filtration. Les volumes sont devenus : 27^{cm^3} (Figuier) et $28^{cm^3},50$ (*Broussonetia*). Les liqueurs se sont troublées et la filtration en sépare un précipité plus abondant avec *Broussonetia* qu'avec Figuier. Quant aux liquides filtrés, ils sont bien moins colorés que les sucs primitifs.

Nous avons étudié comparativement l'action coagulante de ces liquides et celle de 20^{cm^3} des sucs primitifs ramenés par addition d'eau aux volumes correspondants. Des nombreux chiffres obtenus il résulte que, aussi bien dans le cas du lait cru que dans celui du lait bouilli, le suc dialysé est environ quatre fois (Figuier) ou huit fois (*Broussonetia*) moins actif que le suc primitif.

Les deux précipités, après lavage sommaire à l'eau distillée, sont ramenés au volume des liquides dialysés correspondants par addition d'une solution de NaCl à 5 pour 100. Ils se dissolvent en grande partie et le liquide obtenu se montre très actif sur le lait. En comparant les temps de coagulation dans le cas des précipités et dans celui des liquides dialysés additionnés d'une quantité égale de NaCl, on trouve que les premiers sont deux fois (Figuier) ou six fois et demie (*Broussonetia*) plus actifs que les seconds. D'après le poids du précipité sec contenu dans la solution chlorurée correspondante, il nous a été possible de voir que le précipité est environ cinq cents fois plus actif que le liquide dialysé.

Si l'on soumet le liquide déjà dialysé pendant 24 heures à une nouvelle dialyse de même durée, on observe de nouveau un précipité, une augmentation de volume et une diminution d'activité du liquide filtré; mais l'intensité de ces phénomènes est bien plus faible que dans la première dialyse, montrant ainsi qu'on tend vers un état d'équilibre.

Pareils phénomènes se produisent spontanément à la longue dans les sucs présurants abandonnés à eux-mêmes. Il y a formation lente d'un précipité actif lorsqu'on le redissout dans NaCl et diminution concomitante de l'activité du liquide surnageant, cette activité tendant vers une valeur fixe atteinte quand le précipité n'augmente plus.

Il était intéressant de rechercher l'effet de la dialyse sur l'activité d'un pareil suc en état d'équilibre définitif. 20^{cm^3} de suc de *Maclura aurantiaca* L., qui, depuis 30 jours, n'a plus donné de précipité, a été soumis à la dialyse dans les conditions précédentes. L'augmentation de volume a été de 9^{cm^3}; le liquide s'est troublé et, après filtration.

son activité est douze fois moins forte que celle du liquide primitif; quant au précipité, il se dissout entièrement dans NaCl et, ramené au volume du liquide dialysé chloruré, il est neuf fois plus actif que ce dernier.

De ce qui précède il résulte que le précipité formé pendant la dialyse des sucs présurants végétaux doit être composé en majeure partie par les globulines dissoutes dans le suc primitif, à la faveur des sels minéraux. Cette précipitation est accompagnée d'une diminution considérable du pouvoir coagulant du liquide. D'autre part, ces globulines se dissolvent dans la solution de NaCl à 5 pour 100, et cette dissolution est accompagnée de l'apparition d'un fort pouvoir coagulant.

Ces phénomènes s'expliquent par la précipitation de la diastase, soit que les globulines l'entraînent en s'insolubilisant, soit qu'elle ait elle-même les caractères d'une globuline.

Nous avons signalé des phénomènes analogues ([1]) produits par la forte dilution du suc de *Broussonetia*, l'addition d'une grande quantité d'eau jouant le même rôle que la dialyse en abaissant le taux de minéralisation du suc.

Quant au précipité qui prend naissance spontanément dans les sucs actifs, nous sommes amené à penser qu'il est dû, le plus généralement, à la cause suivante : lors de l'expression, il y a mélange de sucs de diverses provenances cellulaires; les uns ont un taux de minéralisation assez élevé et tiennent en dissolution des globulines; les autres, au contraire, sont faiblement minéralisés ou possèdent des électrolytes particuliers; ils diminuent la minéralisation des premiers par dilution ou par réaction chimique, d'où précipitation lente des globulines.

ZOOLOGIE. — *Sur la jeune Girafe du Soudan occidental récemment arrivée à la ménagerie du Muséum.* Note de M. **E.-L. Trouessart**, présentée par M. Bouvier.

La ménagerie du Jardin des Plantes vient de recevoir, par les soins de M. Combe Morel, rédacteur des Postes et Télégraphes, en mission sur le Haut-Sénégal-Niger, une jeune Girafe capturée dans la région de Tom-

([1]) *Comptes rendus*, 1907.

bouctou, c'est-à-dire à la limite nord-ouest de l'habitat de l'espèce. C'est très probablement la première fois qu'une Girafe provenant de cette partie de nos colonies est transportée vivante en Europe, toutes celles qu'on a vues précédemment à Paris étant originaires de la Haute-Égypte. Le Muséum n'en possédait plus depuis 1880. Étant donné l'habitat de ce nouveau spécimen, l'étude de ses caractères présente un haut intérêt.

On sait que le genre Girafe, longtemps considéré comme ne renfermant qu'une seule espèce, répandue dans toute l'Afrique au sud du Sahara, est aujourd'hui subdivisé en un certain nombre de types spécifiques ou sub-spécifiques, caractérisés par la disposition du pelage et la forme du crâne. Les naturalistes anglais et allemands ne distinguent pas moins de onze sous-espèces, cantonnées dans des régions assez nettement délimitées, la Girafe ne vivant que dans les contrées découvertes où pousse l'*Acacia giraffæ*, dont le feuillage constitue sa nourriture de prédilection.

La plus distincte de ces sous-espèces est la Girafe du Somali (*Giraffa camelopardalis reticulata* De Winton), la plus orientale de toutes, dont les taches sont si confluentes que sa robe semble d'un alezan uniforme recouvert d'un réseau blanc de l'aspect le plus élégant. Dans les régions montagneuses du Kilimanjaro et de la contrée des Grands Lacs, on trouve des formes à taches d'un brun foncé et bien séparées, ce qui leur donne un aspect plus sauvage et plus robuste. Ces taches sont quadrangulaires ou polygonales chez la *Giraffa c. rothschildi* des environs du Lac Baringo, tandis que chez la *Giraffa c. tippelskirchi*, du Kilimanjaro, elles sont étoilées ou découpées en feuille de platane. En outre, la première de ces deux sous-espèces a le crâne pourvu, outre la paire de cornes normale et la corne frontale impaire, d'une seconde paire de protubérances occipitales, rappelant les formes tertiaires telles que *Sivatherium* et *Urmiatherium*. Enfin, les sous-espèces de l'Afrique australe ont seules les jambes tachetées jusqu'au-dessous du jarret [1]. Mais ce sont les formes du Nord qui nous intéressent ici, en raison de leur habitat voisin de celui de la Girafe qui fait le sujet de cette Note; on en a distingué trois : *Giraffa c. typica* du Soudan égyptien, *Giraffa c. antiquorum* du Kordofan, et *Giraffa c. peralta* de la Nigérie anglaise (ancien Sokoto).

Notre jeune Girafe est un mâle âgé de 9 mois et demi et dont la taille ne dépasse pas $2^{m},50$ de hauteur totale. Par son pelage orné de taches polygonales espacées, d'un châtain clair sur un fond d'un blanc jaunâtre, elle se rapproche de la Girafe du Soudan oriental. Comme chez celle-ci, plusieurs

---

[1] Pour plus de détails sur ces différentes formes, voir Lydekker, *On the subspecies of Giraffa* (*Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1904, t. I, p. 202, avec figures et 8 planches coloriées).

des taches du bas du cou et de l'épaule ont dans leur centre un *œil* ou tache plus claire. Les taches diminuent de diamètre sur le haut des membres, mais en conservant leur forme polygonale. Les cornes, un peu divergentes, se terminent par une large touffe de poils noirs. Le chanfrein et le museau avec la lèvre inférieure sont châtains, les joues blanchâtres avec des taches ponctiformes sous les yeux et sur les joues; des taches semblables existent à la région occipitale. Les oreilles sont entièrement blanches.

La forme de la tête est très particulière : le chanfrein est fortement busqué, tandis que le museau est aplati en spatule, les narines ne faisant saillie que lorsque l'animal flaire un objet, et la lèvre supérieure dépasse notablement l'inférieure. La corne frontale, rudimentaire, forme une très légère saillie sous la peau, et les protubérances occipitales sont peu prononcées. Il n'y a pas de bandeau ou collier blanc sous la gorge, cette partie étant tachetée comme le reste.

Si l'on compare la tête de notre sujet à celle des jeunes Girafes de Nigérie et du Kordofan qui vivent actuellement au Jardin de la Société zoologique de Londres, et dont M. Chalmers Mitchell a donné des photographies [1], on constate qu'aucune de celles-ci ne présente un chanfrein aussi busqué avec un museau aussi aplati. Par contre, cette conformation, due à la gracilité des os nasaux et intermaxillaires, ainsi que j'ai pu m'en assurer par la palpation directe, se retrouve sur le crâne figuré par Lydekker (*loc. cit.*, 1904, p. 227), comme celui d'une Girafe de Nigérie (*G. c. peralta*), et sur la figure d'une Girafe du Kordofan (*G. c. antiquorum*), publiée par Jardine, reproduite par Lydekker (*loc. cit.*, p. 206), et qui semble adulte. Cette conformation ne peut donc être attribuée uniquement au jeune âge de l'animal.

En résumé, notre Girafe du Soudan occidental présente précisément les caractères qu'on pouvait lui supposer d'après son habitat; mais il était utile de constater le fait, puisque nous savons que la grande majorité des Mammifères de la Sénégambie, notamment les Singes et les Antilopes, sont spécifiquement distincts de ceux de l'Afrique orientale. Notre sujet paraît se rattacher, surtout par sa robe, à la sous-espèce de Nubie (*Giraffa c. typica*), mais nous avons montré qu'il présente aussi, par la forme de son crâne, des rapports avec les Girafes de Nigérie et du Kordofan. Si ces trois

---

(1) *Proc. Zool. Soc.*, 1905, t. I, p. 245, 247; 1908, t. II, p. 130 et suiv.

formes du Soudan doivent être maintenues comme distinctes, il n'en est pas moins certain qu'elles constituent un petit groupe compact, facile à distinguer à la fois de la Girafe du Somali, de celles du Kilimanjaro ou des Grands Lacs, et de celles de l'Afrique australe.

HYDROLOGIE. — *Sur une loi hydrologique de Minard et Belgrand.* Note de M. **E. Maillet**, présentée par M. Maurice Levy.

D'après Minard et Belgrand [1] : « La Loire à Saumur, la Saône à Chalon, la Seine à Paris, la Meuse à Sedan ont presque toujours leurs crues *en même temps*, de novembre à avril inclus (saison froide), et les exceptions, assez rares, n'ont lieu que pour les petites variations de niveau ; cette règle se vérifie moins bien de mai à octobre inclus (saison chaude). Donc, les pluies qui produisent les crues des cours d'eau français au nord du Plateau central sont des pluies générales ».

Cette loi a été critiquée comme assez souvent inexacte par divers ingénieurs (Deglande, Jollois, etc.) en ce qui concerne la Loire et ses affluents ; mais ils ne font pas la distinction relative à la saison. M. Deglande, pour la période 1862-1873, donne ce Tableau, que je complète en indiquant entre parenthèses les crues de saison froide :

		Petites crues.	Crues moyennes.	Grandes crues.
Nombre des crues générales		77 (60)	18 (16)	2 (1)
Nombre de crues non générales auxquelles il a manqué	1 des six grands affluents [2]	19 (10)	4 (2)	1 »
	2 »	16 (5)	»	»
	3 »	7 (3)	1 (1)	»
	4 »	6 (1)	»	»
	Totaux	125 (79)	23 (19)	3 (1)

Les chiffres entre parenthèses montrent dès lors que, pour la saison froide, les crues de la Loire et de ses affluents ont *assez habituellement* lieu en même temps.

J'ai donc jugé utile de reprendre l'étude de la loi au point de vue de cette saison. Dans le Tableau suivant, je considère six stations des bassins précités,

---

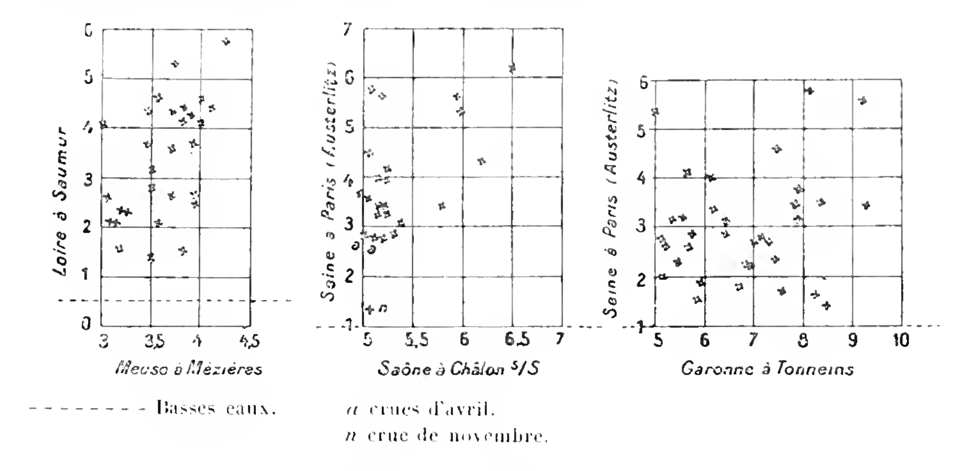
[1] Belgrand, *La Seine, études hydrologiques*, Paris, Dunod, 1872, p. 391.

[2] Ce sont la Loire supérieure, l'Allier, le Cher, la Creuse, la Vienne et la Sarthe.

en indiquant dans une colonne, pour les crues ayant atteint au moins, à l'une de ces stations, le maximum indiqué en chiffres gras, le plus faible maximum correspondant aux cinq autres (de 1886 à 1898 à Mézières, de 1882 à 1898 ailleurs). On trouve entre parenthèses le nombre des maxima considérés.

Fleuves ou rivières.	Stations.	Cotes.				
		m	m	m	m	m
Seine....	Paris (Austerlitz).	**3,10** (30 m.)	1,80	2,20	2,80 (une except.)	2,00
Loire....	Digoin (pont-aqueduc).	au moins 1m,40	1,40	1,50	1,60	1,10
Loire....	Saumur.	2,30	**3,50** (27 m.)	3,38	2,30	1,45
Vienne...	Châtellerault.	0,80	1,00	**2,70** (18 m.)	0,80	0,95 (une exc.)
Saône....	Chalon.	2,70	3,05	3,95	**5,00** (23 m.)	2,80
Meuse...	Mézières (aval du barrage).	2,60	2,10	2,60	2,00	**3,30** (22 m.)
Garonne.	Tonneins.	2,40	3,30	3,30	2,40	2,40

On peut serrer la question de plus près à l'aide de graphiques du type ci-dessous, où chaque point a pour coordonnées les maxima en deux stations.



-------- Basses eaux.
a crues d'avril.
n crue de novembre.

Ma conclusion, qui est spéciale à la saison froide et qui modifie un peu la loi de Minard et Belgrand, s'énonce ainsi :

Une crue sérieuse de saison froide *dans un des bassins étudiés est presque*

toujours accompagnée de crues ou de montées plus ou moins importantes dans les autres bassins. L'accord est moins absolu pour les petites crues, bien qu'il soit encore fréquent [1].

La loi modifiée paraît pouvoir s'étendre à la Garonne pour les crues sérieuses, comme le montre le graphique ci-contre où figurent tous les maxima de saison froide d'au moins 5^m à Tonneins de 1887 à 1898.

M. **Thouveny** adresse une Note *Sur les principes du vol à voile.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. **Alexandre Sée** adresse une Note intitulée : *Le mécanisme du vol à voile des oiseaux.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

MM. **Albert** et **Alexandre Mary** adressent une Note intitulée : *Biologie et ferrocyanure de potassium.*

La séance est levée à 4 heures et quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 septembre 1908.

Sur un problème relatif à la théorie des courbes gauches, par M. Gaston Darboux. (Extr. des *Mémoires de l'Académie des Sciences*; t. L, n° 3.) Paris, Gauthier-Villars, 1908; 1 fasc. in-4°.

---

(1) La coïncidence des crues est bien moindre dans la saison chaude, parfois même au voisinage de cette saison, soit à cause de l'étendue des terrains perméables du bassin de la Seine et du régime pluviométrique particulier du Massif central dans cette saison, soit pour d'autres raisons [exemples : grandes crues de septembre 1866 (Seine) et d'octobre 1907 (Loire)].

Grosseur des grêlons dangereux pour les oiseaux, par M. PAUL MARTIN. (Extr. des *Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes en* 1907 : *Sciences*.) Paris, Imprimerie nationale, 1908; 1 fasc. in-8°.

Rapport sur les travaux des Conseils d'hygiène publique et de salubrité du département de la Sarthe, pendant l'année 1907, par A. BRULÉ. Le Mans, G. Guénet, 1908; 1 vol. in-8°.

*XXXI*e *Bulletin météorologique annuel du département des Pyrénées-Orientales*, année 1906. Perpignan, imp. Charles Latorbe, s. d.; 1 fasc. in-4°.

Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg, publiés sous la direction de M. L. CORBIÈRE; t. XXXVI. Paris, J.-B. Baillière et fils; Cherbourg, imp. Le Maout, 1906-1907; 1 vol. in-8°.

On the general spectra of certain type-stars and the spectra of several of the brigther stars in the Green region, pub. by the *Solar physics Committee*, under the direction of Sir NORMANN LOCKYER. Londres, 1908; 1 fasc. in-4°.

Monthly mean values of barometric pressure for 73 selected stations over the earth's surface, pub. by the *Solar physics Committee*. Londres, 1908; 1 fasc. in-4°.

The physics of earthquake phenomena, by CARGILL GILSON KNOTT. Oxford, 1908; 1 fasc. in-8°.

Explanatory notes to accompany a geological sketch-map of Fenno-Scandia, by J.-J. SEDERHOLM. Helsingfors, 1908; 1 fasc. in-8°, contenant une Carte h. t. pliée.

Canada's fertile Northland, a glimpse of the enormous ressources of part of the unexplored regions of the Dominion; edited by ERNEST-J. CHAMBERS, pub. under direction R.-E. YUNG, D. L. S., Supt. Railway Lands Dept. Interior Hon. FRANK OLIVER, Minister. Ottawa, Government printing Bureau, 1908; 1 vol. in-8° (texte), 1 étui in-8° (Cartes). (Hommage de M. le Ministre de l'Intérieur du Canada.)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 5 OCTOBRE 1908.

Sur l'approximation des fonctions de grands nombres, par M. MAURICE HAMY. (*Journ. de Math.*, 6e série, t. IV, fasc. 3, 1908). Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Les Zoocécidies des plantes d'Europe et du bassin de la Méditerranée, par C. HOUARD. Tome I : *Cryptogrames. Gymnospermes. Monocotylédones. Dicotylédones* (1re Partie). Paris, A. Hermann, 1908; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouvier. Hommage de l'auteur.)

Air liquide, oxygène, azote, par GEORGES CLAUDE; préface de M. D'ARSONVAL, Membre de l'Institut. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909; 1 vol. in-8°.

Cours d'eau souterrains du Cammon au Laos, par M. PAUL MACEY. (*Spelunca*, t. VII, n° 52, juin 1908.). Paris; 1 fasc. in-8°.

Discours de la Méthode de Descartes, avec Notes tirées de ses œuvres, de celles de ses disciples et des méthodistes, par MINOS, précédé et suivi de Dialogues. Paris, Cerf, 1907; 1 vol. in-8°. (Offert par M. Simon, auteur anonyme des Notes et des Dialogues.)

Rapport sur les travaux du Conseil départemental d'hygiène et de salubrité de la Loire-Inférieure pendant l'année 1907. Nantes, 1908; 1 vol. in-8°.

Ueber den Einfluss der Luftfeuchtigkeit auf elektrische Widerstände, von St. Lindeck. Berlin, J. Springer, 1908; 1 fasc. in-4°.

La laguna de Huacachina. Informe que los doctores Manuel-O. Tamayo y C.-Alberto Garcia presantan à la Sociedad geográfica de Lima. Lima, Imprenta nacional, 1908. 1 fasc. in-8°.

Colony of Mauritius. Annual report of the Director of the Royal Alfred Observatory for 1907. 1 fasc. in-4°.

Memorie della Regia Accademia di Scienze, Lettere ed Arti in Modena: 3e série, t. VII. Modène, 1908; 1 vol. in-4°.

The Journal of the College of Science. Imperial University of Tokyo, Japan; t. XIII, art. 10-14. Tokyo, 1908; 5 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 24 août 1908.)

Note de M. *Louis Henry*, De la méthylation dans les dérivés éthyléniques au point de vue de la volatilité :

Page 405, ligne 6 en remontant, *au lieu de*

$$CH^3-CH-CH-CH^3,$$

lisez

$$\begin{array}{c} CH^3-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}-\underset{\displaystyle OH.}{\underset{|}{CH}}-CH^3 \end{array}$$

Page 407, ligne 19, *au lieu de* Éb. 130°, *lisez* Éb. 121°-122°.

Même page, ligne 5 en remontant, *au lieu de*

$$CH^3-CH-CH-CH^3, \quad \text{(O lié au dernier CH)}$$

lisez

$$CH^3-CH-CH-CH^3.\quad \text{(O pontant les deux CH)}$$

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

FONDS BONAPARTE.

L'Académie rappelle que le prince Roland Bonaparte, par une lettre en date du 29 février 1908, publiée dans les *Comptes rendus* de la séance du 2 mars, a déclaré vouloir mettre à la disposition de l'Académie des Sciences, pour l'encouragement des *recherches scientifiques* parmi les travailleurs n'appartenant pas à cette Compagnie, quatre annuités de vingt-cinq mille francs.

Ces subventions ont exclusivement pour but de provoquer des découvertes en facilitant la tâche de chercheurs qui auraient déjà fait leurs preuves en des travaux originaux et qui manqueraient des ressources suffisantes pour entreprendre ou poursuivre leurs investigations.

L'attribution de la première annuité a déjà été faite par l'Académie sur le Rapport d'une Commission spéciale, inséré aux *Comptes rendus* des Séances de l'Académie des Sciences à la date du 29 juin 1908, Rapport auquel les concurrents sont invités à se reporter et où ils trouveront des indications pour la rédaction, l'exposé et la date de leur demande.

L'attribution des trois annuités suivantes sera faite par l'Académie tout entière, sur le Rapport de la Commission, et aura lieu aux dates suivantes :

15 juillet 1909,
15 juillet 1910,
15 juillet 1911.

Aucune subvention ne devra être inférieure à deux mille francs.

Conformément aux dispositions arrêtées dans le Comité secret du 2 mars 1908, les personnes qui désireraient recevoir une part de ces subventions devront se conformer aux conditions suivantes :

Les demandes de subvention, qui peuvent être présentées par les candidats, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un Membre de l'Académie, devront être adressées à l'Académie, **chaque année, avant le 1er janvier**.

Ces demandes devront contenir un **exposé précis** *des travaux pour lesquels la subvention est demandée et indiquer la somme jugée nécessaire pour les réaliser.*

Les bénéficiaires de subventions devront adresser, dans les 12 mois, à l'Académie un Rapport succinct, relatif à la manière dont ils auront employé les ressources mises à leur disposition et aux résultats qu'ils auront obtenus.

Tout bénéficiaire qui n'aurait pas fourni de Rapport dans les délais voulus sera exclu du droit de recevoir de nouvelles subventions.

La primeur des découvertes, sous quelque forme que ce soit, sera réservée à l'Académie. La non-observation de cette clause entraînerait pour l'auteur la perte du droit de recevoir de nouvelles subventions.

SÉANCE DU LUNDI 12 OCTOBRE 1908.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉDECINE. — *Applications à l'homme d'un sérum antituberculeux.* Note de MM. Lannelongue, Achard et Gaillard.

Les expériences de sérothérapie antituberculeuse que nous avons rapportées dans des Communications antérieures (1) montraient que, chez les cobayes inoculés de tuberculose et traités par notre sérum, la survie

(1) *Essai de sérothérapie antituberculeuse* (*Congrès international de la Tuberculose*, Paris, octobre 1905, t. II, p. 4; *Bulletin médical*, 4 octobre 1905, p. 834). — *Sur le traitement de la tuberculose pulmonaire par la sérothérapie* (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 25 juin 1906; *Bulletin médical*, 27 juin 1906, p. 579).

moyenne était plus longue que chez les témoins. Ces résultats nous paraissaient légitimer l'application de cette sérothérapie à l'homme tuberculeux.

Mais on ne saurait, dans ce genre de recherches, s'entourer de trop de précautions, car dans une maladie dont les formes sont si nombreuses, la marche si variable, la durée souvent longue, il est fort difficile d'apprécier sainement la valeur d'un procédé qui n'agit pas à la manière d'un remède héroïque et ne peut, à lui seul, procurer une guérison prompte.

Aussi nous avons cru préférable de confier ces tentatives thérapeutiques à plusieurs médecins autorisés qui nous transmettraient les conclusions de leur pratique : MM. les Drs Comby, Le Noir, Legry et Küss ont bien voulu se charger de ces essais : ils y ont apporté, pendant une année, un soin auquel nous avons le devoir de rendre hommage. Grâce à eux, l'expérience thérapeutique a porté sur un assez grand nombre de malades, tuberculeux avérés et soumis depuis un certain temps à l'observation médicale. Ces malades étaient des enfants et des adultes, atteints de formes diverses de tuberculose et placés dans des milieux différents, puisqu'ils se trouvaient dans des hôpitaux généraux de Paris et au Sanatorium d'Angicourt. L'expérience a donc pu se poursuivre dans des conditions variées.

Rappelons que notre sérum provient d'animaux (ânes et chevaux) soumis à l'action d'une toxine que nous extrayons du bacille tuberculeux par chauffage dans l'eau à 120°, précipitation par l'acide acétique et redissolution dans le carbonate de soude. Les essais chez l'homme ont été faits exclusivement avec du sérum d'âne.

Les doses ont varié : les habituelles ont été de 5^{cm^3} ; les plus fortes ont atteint 10^{cm^3}, par exception 12^{cm^3} et une fois 20^{cm^3} par semaine. Il convient de remarquer qu'elles sont restées toujours proportionnellement très inférieures à celles que nous injections aux cobayes dans nos expériences, car la dose maxima de 3^{cm^3} par semaine que recevait un cobaye de 700^g correspondrait à 300^{cm^3} chez un homme de 70^{kg}.

Une Note limitée comme le sont celles de l'Académie des Sciences ne saurait entrer dans l'examen des questions soulevées par le traitement de *cinquante* sujets, étant tous au moins au second degré d'une tuberculose pulmonaire, quelquefois plus avancés encore. Ce sera l'objet de la publication successive, par leurs auteurs, des divers Mémoires avec les observations des malades. Nous devons nous borner à donner aujourd'hui les conclusions de ces Mémoires telles que chaque observateur les a formulées.

Conclusions de M. le Dr Comby. — D'après les dix-huit observations que nous venons de résumer, nous pouvons tirer les conclusions suivantes : le sérum antituberculeux semble sans efficacité dans les cas de tuberculose avancée (3e degré), de

cachexie tuberculeuse, de méningite et de granulie. Mais il paraît avoir une réelle efficacité dans les cas de *tuberculose pulmonaire* au premier et au deuxième degré. Tous les malades de cette catégorie, au nombre de dix, ont été améliorés ou guéris. Un autre (le 11e) est mort subitement après avoir été amélioré.

Au début, nous avons employé le sérum à la dose de 3^{cm^3}, 4^{cm^3} ou 5^{cm^3}, en répétant les injections tous les 2 ou 3 jours. Plus tard, nous avons augmenté la dose (10^{cm^3}) pour ne faire qu'une injection par semaine. En effet, l'érythème induré de la paroi abdominale, qui se produit souvent après l'injection, empêche de la répéter trop fréquemment.

Le sérum est bien toléré, il ne détermine que des réactions locales (érythème, œdème, parfois engorgement ganglionnaire) bénignes. Il ne provoque pas de fièvre. Les enfants augmentent tous de poids. Chez plusieurs malades, nous avons noté une somnolence assez prolongée après chaque piqûre. Sur un total de 214 piqûres, nous avons relevé cinq abcès qui ont, d'ailleurs, parfaitement guéri après incision (2 pour 100 environ).

De cette série de faits une impression favorable se dégage.

Conclusions de M. le Dr Küss. — En résumé, parmi les tuberculeux à grosses lésions fibro-caséeuses que nous avons traités simultanément par le sérum et par des cures sanatoriales prolongées, la plupart de ceux qui étaient apyrétiques sont arrivés à un état de très grande amélioration avec régression marquée des lésions et retour de l'aptitude au travail. Dans la production de ces effets favorables, quelle est la part qui revient au sérum, quelle est la part qui revient au traitement sanatorial? Nous ne saurions le dire étant donné que nous n'avons pas relevé d'action spécifique du sérum sur les lésions tuberculeuses. L'emploi du sérum à doses moyennes prolongées nous a paru favoriser l'évolution régressive chez des sujets dont la tendance évolutive se montrait déjà favorable et constituer, par suite, un adjuvant du traitement diététo-hygiénique.

Conclusions générales de MM. Le Noir et Legry. — 1° Les injections de sérum antituberculeux sont absolument inoffensives; elles n'ont jamais été suivies d'accidents sérieux. Les très rares incidents qui ont été signalés sont absolument sans importance et inhérents à toute méthode sérothérapique.

2° Jamais les injections n'ont paru précipiter la marche de la maladie; elles n'ont provoqué aucune modification de la température, ni aucune réaction fâcheuse soit pulmonaire, soit générale; chez les malades qui avaient eu antérieurement des hémoptysies, elles n'ont provoqué aucune hémorragie pulmonaire.

3° Sur cinq malades observés par M. Le Noir, assez longtemps, elles ont paru avoir une influence très heureuse : guérison par sclérose dans un cas et favorables dans deux deux autres cas, indifférente dans un cas et douteuse dans un autre cas (lenteur de l'évolution, mais progrès cependant de la maladie).

Les seize malades de M. Legry ont donné des résultats analogues à ceux de M. Le Noir et M. Legry accepte les conclusions générales de M. Le Noir. Il a remarqué assez souvent chez ses malades une augmentation de poids, la diminution de l'expectoration et des modifications favorables de l'état local.

En résumé, dit M. Le Noir, mes observations personnelles sont trop peu nombreuses pour me permettre d'avoir une opinion ferme; mais elles m'encourageraient à persé-

vérer dans l'usage du sérum antituberculeux. Il conviendrait cependant, à notre avis, d'adopter une autre méthode, maintenant que nous avons la certitude de l'innocuité absolue de ces injections et que l'observation journalière des malades est moins indispensable. Au lieu de ne choisir que des malades cliniquement et bactériologiquement tuberculeux, on devrait s'adresser à des sujets peu atteints, mais présentant cependant des signes nets de tuberculose à l'auscultation, sans exiger la présence des bacilles dans les crachats, ce qui fait une sélection à rebours. On pourrait aussi se dispenser d'hospitaliser les malades tout en s'efforçant de les mettre dans les meilleures conditions hygiéniques possibles. Quant au traitement lui-même les doses de 5^{cm^3} m'ont paru trop faibles; il serait utile de faire les injections plus fréquemment et plus fortes.

De l'ensemble de ces résultats il ressort que notre sérum a été employé chez l'homme sans danger et qu'il a paru, même dans les cas encore accessibles au traitement, un adjuvant utile dans la thérapeutique habituelle.

De plus il paraît résulter de quelques observations de M. Küss que les bacilles, sous l'influence du processus de régression, diminuent de nombre et peuvent même disparaître, ce qui semblerait indiquer que les facultés génératrices ou de multiplication du bacille sont amoindries.

BOTANIQUE AGRICOLE. — *Sur les mutations gemmaires culturales du* Solanum Maglia. Note [1] de M. **Edouard Heckel.**

Dans de précédentes Communications, j'ai fait connaître l'obtention première d'une mutation gemmaire du *Solanum Maglia* et des conditions expérimentales dans lesquelles j'ai pu la réaliser. Mes expériences continuées sur cette espèce, de manière à obtenir des produits de seconde (1907) et de troisième génération (1908 récolte), m'ont confirmé dans ma première manière d'interpréter les causes de ce phénomène brusque et dans ma confiance en la persistance de la mutation quand elle s'est produite une première fois. J'en apporte les preuves matérielles à l'Académie des Sciences, en lui montrant les résultats de la récolte de 1908.

La mutation, qui, dans *Solanum Maglia*, a complètement changé par voie gemmaire (en plantant le tubercule sauvage violet), une plante bien connue par les tentatives aussi nombreuses qu'infructueuses faites en vue de la transformer en plante culturale, se manifeste par la disparition dans sa partie souterraine des stolons innombrables qu'elle produit et dont quelques-uns se terminent par un petit tubercule, couvert de lenticelles, à chair aqueuse, restant compacte à la cuisson, peu féculente et non comestible

(1) Présentée dans la séance du 5 octobre.

(amer), puis par l'accroissement de ses lobes foliaires dont le médian reste dominant par ses dimensions, par la formation de lobules interfoliolaires, très nombreux, enfin par le changement de couleur de sa fleur dont la corolle passe du blanc au violet, avec atténuation de la couleur vieil or de ses étamines; enfin elle ne noue plus de fruits. Tous les tubercules accrus dans la plante mutée deviennent féculents, perdent leurs lenticelles et sont comestibles : tous sont ramassés non à l'extrémité de longs stolons, mais au bas même de la tige en une masse serrée ou peu lâche, enfin issus d'un tubercule violet; ils revêtent par mutation toutes les couleurs : *violet*, *jaune*, *blanc* et *rosé*, souvent sur le même pied. Il se produit, en somme, mais un peu différentes, les mêmes modifications morphologiques déjà observées sur le *Solanum Commersoni*.

Une fois obtenue, cette mutation, si l'on plante les tubercules qui en proviennent, se maintient uniformément. Pendant mes expériences faites en 1907 et 1908 en vue de rechercher la persévérance de cette mutation subite, je n'ai constaté qu'un seul retour partiel à l'état sauvage dans une mutation culturale et encore les stolons persistants étaient-ils plus courts et plus épais que dans l'espèce sauvage (type) et terminés non par un seul, mais par deux et trois tubercules, petits il est vrai et non comestibles, mais de couleur différente. Un seul retour partiel sur une centaine de pieds mutés de troisième génération peut permettre d'affirmer, je crois, que la mutation est fixée.

J'ai déjà fait connaître que ces mutations culturales ne pouvaient être obtenues que sous l'influence d'une fumure intensive : mes nouvelles observations concordent avec cette assertion. Mais il est de première importance de remarquer que je n'ai jamais pu obtenir de mutations dans mes cultures (faites en pot pour résister à la destruction des courtillières qui abondent dans mon champ d'expérience) avec le concours des engrais chimiques seuls. Il a toujours été nécessaire d'introduire du fumier de ferme et même, pour le *Solanum Maglia*, le fumier privilégié a été celui de poulailler : ni celui des équidés, ni celui des bovidés n'a pu suffire. Je crois être autorisé à conclure de ces résultats positifs et négatifs à la probabilité de l'origine symbiotique du tubercule féculent et comestible. Dans l'espèce type qui se maintient sans aucune mutation sous l'influence de la culture ordinaire ou sans culture spéciale, je n'ai jamais observé la plus petite modification de forme, de même sous l'influence des engrais chimiques seuls.

Dans une terre normale stérilisée au feu et fortement additionnée d'engrais chimiques (superphosphates, chlorures et nitrates), je n'ai observé

que le maintien intégral de l'espèce type, telle qu'elle nous vient du Chili littoral. Dans la même terre stérilisée et fumée aux engrais chimiques et au fumier de poulailler, la mutation s'est produite.

Un fait important à relater est relatif à la résistance de ces pieds mutés à l'action parasitaire. Alors que mes pieds de *Solanum tuberosum* ordinaire, mis en culture comparée dans les mêmes conditions que les *Solanum Maglia* mutés, étaient fortement atteints par le mildew, ces derniers y résistaient sans qu'il fût nécessaire de les soumettre au traitement cuprique et la récolte en tubercules comestibles était abondante.

En somme, le *S. Maglia* muté constitue une acquisition culturale intéressante par les faits biologiques qu'elle ajoute à ceux déjà indiqués en ce qui touche la mutation du *S. Commersoni*, et par ce côté plus pratique qu'il introduira dans la consommation publique une bonne pomme de terre de culture facile, car elle n'exige pas, comme le *S. Commersoni*, des terrains humides et résiste à la sécheresse; qu'elle s'accommode des terrains fortement argileux et calcaires; qu'elle donne toutes les formes et toutes les couleurs connues au tubercule de la pomme de terre ordinaire; enfin qu'elle résiste mieux que cette dernière aux influences si redoutables des parasites végétaux.

M. **Émile Picard** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage intitulé : *De la méthode dans les Sciences*, par MM. H. Bouasse, Pierre Delbet, E. Durkheim, A. Giard, A. Job, F. Le Dantec, L. Levy-Bruhl, G. Monod, P. Painlevé, Émile Picard, Th. Ribot, J. Tannery, P.-F. Thomas.

M. **Fred Wallerant** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre : *Cristallographie. Déformation des corps cristallisés. Groupements. Polymorphisme. Isomorphisme.*

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'une Commission qui sera chargée de dresser la liste des candidats au poste de Secrétaire perpétuel pour les Sciences physiques, vacant par le décès de M. *Henri Becquerel*.

Cette Commission, qui se réunira sous la présidence de M. le Président

de l'Académie, doit comprendre six Membres de la division des Sciences physiques.

MM. **Gaudry**, **Th. Schlœsing**, **Troost**, **Bornet**, **Guyon**, **Perrier** réunissent la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

L'**Académie impériale des Sciences de Vienne**, l'**Académie royale des Sciences de Stockholm** expriment à l'Académie leurs sentiments de profonde sympathie à l'occasion des nombreux deuils dont elle a été récemment frappée.

Le **Président du Comité d'organisation de la Commémoration** du troisième centenaire de la naissance de *Torricelli* invite l'Académie à se faire représenter aux fêtes qui auront lieu les 24 et 25 octobre prochains à Faenza.

M. **Charles Janet**, M. **P. Marchal** prient l'Académie de vouloir bien les compter au nombre des candidats à la place vacante dans la Section de Zoologie par le décès de M. *A. Giard*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Contribution à l'histoire stratigraphique et tectonique des Pyrénées orientales et centrales*, par Léon Bertrand. (Présenté par M. Michel Lévy.)

2° *Contribution à l'étude des Annélides polychètes de la Mer Rouge*, par M. Charles Gravier. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

3° Touring-Club de France. *Manuel de l'eau*, par Onésime Reclus.

ASTRONOMIE. — *Sur la comète Tempel$_3$-Swift*. Note (1) de MM. **Javelle** et **Giacobini**, présentée par M. Bassot.

Le 29 septembre, l'un de nous, Javelle, a retrouvé la comète Tempel$_3$-Swift au grand équatorial de $0^m,76$ d'ouverture.

(1) Présentée dans la séance du 5 octobre 1908.

Elle a pu être observée à partir du 2 octobre par M. Giacobini à l'équatorial coudé de 0^m,40 d'ouverture. Nous donnons ci-après le détail des observations.

Les lettres J et G désignent respectivement les observateurs Javelle et Giacobini.

Observation de la comète.

Dates. 1908.	Temps moyen de Nice.	Δα.	ΔP.	Nombre de compar.	Étoiles.	Obs^{rs}.
	h m s	m s	′ ″			
Septembre 29....	15. 9.25	+0.31,31	+4.43,5	16:10	1	J
Septembre 30....	12.59.11	−1.42,57	+4.12,4	15:10	2	J
Octobre 2....	15.13.56	+1.55,89	+1.15,4	14:10	3	J
» 2....	16.17. 3	+2. 8,01	+1.47,5	8: 6	4	G
» 3....	16. 8.29	+3.49,19	+3.51,1	14: 7	5	J
» 3....	15.46. 2	+3.45,28	+3.44,9	11: 8	6	G

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1908,0.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1...	Leyde 2832	6.43.41,82	+1,45	57.17.16,5	+4,2
2...	Leyde 2883	6.50.19,10	+1,45	57.25.57,2	+4,4
3...	D. M. +32°,1466 (1)	6.56.32,16	+1,46	57.49.41,8	+4,6
4...	»	»	+1,46	»	+4,6
5...	Bonn$_{10}$ (Küstner) 3109	6.59.25,67	+1,47	57.58.17,9	+4,6
6...	»	»	+1,47	»	+4,6

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1908.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Septembre 29.....	6.44.14,58	$\bar{1}$,556$_n$	57.22. 4,2	0,433$_n$
Septembre 30.....	6.48.37,98	$\bar{1}$,695$_n$	57.30.14,0	0,646$_n$
Octobre 2.....	6.58.29,51	$\bar{1}$,550$_n$	57.51. 1,8	0,436$_n$
» 2.....	6.58.41,63	$\bar{1}$,386$_n$	57.51.33,9	0,338$_n$
» 3.....	7. 3.16,33	$\bar{1}$,417$_n$	58. 2.13,6	0,355$_n$
» 3.....	7. 3.12,42	$\bar{1}$,478$_n$	58. 2. 7,4	0,388$_n$

Remarques.

M. Javelle. — *Septembre* 29 : La comète se présente sous la forme d'une nébulosité vaguement ronde, de 1′ environ d'étendue, faible et sans condensation.

Octobre 2 : La comète apparait comme une nébulosité mal définie, de 1′,5 envi-

(1) Rapportée à Leyde 2928.

ron; elle semble un peu plus brillante dans sa partie centrale; son éclat paraît augmenter.

Octobre 3 : La comète paraît plus étendue que les jours précédents; elle est devenue certainement plus brillante.

M. Giacobini. — *Octobre* 2 : Observation difficile.

Octobre 3 : La comète a l'aspect d'une nébulosité, sans noyau et sans condensation, de forme elliptique, de 25″ environ dans le sens du grand axe.

ASTRONOMIE. — *Remarques sur une Note de M. Lebedew relative à la dispersion dans le vide interstellaire.* Note de M. **Charles Nordmann**, présentée par M. Poincaré.

La dernière Note de M. Lebedew (ce Volume, p. 515) ne contenant d'autres arguments que ceux qui ont déjà été réfutés (voir ce Volume, p. 24-27), je ne crois pas utile d'y répondre.

Il est cependant une assertion de cet auteur contre laquelle je dois m'élever : c'est celle d'après laquelle je serais « du même avis » que lui pour l'interprétation des décalages des étoiles variables.

Il suffit, pour être assuré du contraire, de se reporter aux termes de ma Note du 6 juillet dernier.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les systèmes de familles de surfaces se coupant suivant des lignes conjuguées.* Note (¹) de M. **S. Carrus**.

Dans une Note précédente, nous avons établi la formule

$$\beta_{ik} = -\frac{Z_k}{Z_i}\frac{Y'_i}{H}.$$

Déterminons en passant les systèmes orthogonaux qui entrent dans ce groupe. Il faut encore que les fonctions β_{ik} satisfassent au deuxième groupe de formules dont le type général est

$$\frac{\partial\beta_{ik}}{\partial\rho_i} + \frac{\partial\beta_{ki}}{\partial\rho_k} + \beta_{1i}\beta_{1k} + \ldots + \beta_{ni}\beta_{nk} = 0.$$

En l'exprimant on verra qu'il faut que toutes les fonctions $\frac{1}{Z_k}$, $\frac{\partial}{\partial\rho_k}$, $\frac{Y'_k}{Z_k}$ se

(¹) Reçue dans la séance du 21 septembre 1908.

réduisent à une même constante et que par suite on peut poser

$$Y_k = \psi_k^2, \qquad Z_k = 2\psi_k'.$$

Les n^2 fonctions $U_k = X_k^i$ sont alors complètement déterminées. On trouve aisément

$$X_k^i = \frac{2\psi_i\psi_k}{\Sigma\psi_i^2} = \frac{2\psi_i\psi_k}{D}, \qquad X_i^i = \frac{2\psi_i^2}{D} - 1.$$

Il est alors possible d'intégrer les équations

$$dx_i = H_1 X_1^i\, d\rho_1 + H_2 X_2^i\, d\rho_2 + \ldots + H_k X_k^i\, d\rho_k + \ldots.$$

Comme on a

$$H_k X_k^i = -2\psi_i \frac{\partial}{\partial\rho_k} \frac{X_1 + X_2 + \ldots + X_n}{\psi_1^2 + \psi_2^2 + \ldots + \psi_n^2},$$

il viendra

$$x_i = \xi_i(\rho_i) - 2\psi_i \frac{X_1 + X_2 + \ldots + X_n}{\psi_1^2 + \psi_2^2 + \ldots + \psi_n^2}.$$

La fonction $\xi_i(\rho_i)$ est déterminée par la quadrature

$$\xi_i = \int \frac{X_i'}{\psi_i}\, d\rho_i.$$

Mais nous pouvons encore faire disparaître tout signe de quadrature en substituant aux fonctions arbitraires ψ_i les fonctions ξ_i. La solution se présente alors sous la forme

$$\frac{(x_1 - \xi_1)\xi_1'}{X_1'} = \frac{(x_2 - \xi_2)\xi_2'}{X_2'} = \ldots = \frac{(x_n - \xi_n)\xi_n'}{X_n'} = 2\frac{X_1 + X_2 + \ldots + X_n}{\sum\left(\frac{X_i'}{\xi_i'}\right)^2}.$$

C'est la généralisation du système triple orthogonal que nous avions obtenu dans notre Thèse et qui avait d'ailleurs été obtenu précédemment par M. Darboux. C'est le système le plus général pour lequel toutes les lignes de courbure sont planes.

Reprenons l'étude des systèmes conjugués. Les fonctions β_{ik} que nous avons déterminées satisfont aussi aux conditions

$$\frac{\beta_{kl}}{\beta_{jl}} = \frac{Z_j}{Z_k}\frac{Y_k'}{Y_j'} = F^l.$$

Donc, dans le cas où il y a plus de trois variables, si tous les indices i sont de la première classe, ils sont aussi de la seconde classe. La réciproque est d'ailleurs vraie. Dans ce cas, les problèmes 1 et 2 se confondent.

A ces fonctions β_{ik} correspondent des fonctions

$$H_i = Z_i\left(-\frac{X_i}{Y_i'} + \frac{X_1 + X_2 + \ldots + X_n}{Y_1 + Y_2 + \ldots + Y_n}\right),$$

solution générale avec n nouvelles fonctions arbitraires du système

$$\frac{1}{H_i}\frac{\partial H_k}{\partial \rho_i} = -\frac{Z_k}{Z_i}\frac{Y_i'}{Y_1 + Y_2 + \ldots + Y_n}.$$

Il faut maintenant déterminer les fonctions U_k satisfaisant aux équations

(9) $$\beta_{ki} = -\frac{Z_i}{Z_k}\frac{Y_k'}{Y_1 + Y_2 + \ldots + Y_n} = \frac{1}{U_i}\frac{\partial U_k}{\partial \rho_i}.$$

Pour intégrer rapidement ce système, faisons le changement de fonctions $\zeta_k = \frac{Y_k'}{Z_k}$.

L'équation ci-dessus devient

(10) $$\frac{1}{U_i}\frac{\partial U_k}{\partial \rho_i} = -\frac{\zeta_k}{\zeta_i}\frac{Y_i'}{Y_1 + Y_2 + \ldots + Y_n}.$$

Le système (10) est alors identique à celui qui déterminait les fonctions H_i. La solution générale de ce système est donc

$$U_i = \zeta_i\left(-\frac{\xi_i'}{Y_i'} + \frac{\xi_1 + \xi_2 + \ldots + \xi_n}{Y_1 + Y_2 + \ldots + Y_n}\right),$$

$\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n$ désignant n fonctions arbitraires d'une variable.

Si maintenant nous remplaçons ζ_i par sa valeur, nous voyons que la solution générale du système (9) est

$$U_i = \frac{Y_i'}{Z_i}\left(-\frac{\xi_i'}{Y_i'} + \frac{\xi_1 + \xi_2 + \ldots + \xi_n}{Y_1 + Y_2 + \ldots + Y_n}\right).$$

En résumé, on peut donc poser

$$H_i = -\frac{Z_i}{DY_i'}(DX_i' - XY_i'), \qquad U_i = -\frac{1}{DZ_i}(D\xi_i' - \xi Y_i')$$

avec

$$X = X_1 + \ldots + X_n, \qquad \xi = \xi_1 + \xi_2 + \ldots + \xi_n, \qquad D = Y_1 + Y_2 + \ldots + Y_n.$$

On peut alors intégrer l'expression

$$dx = H_1 U_1 \, d\rho_1 + \ldots + H_i U_i \, d\rho_i + \ldots.$$

D'une façon générale, on a

$$H_i U_i = \frac{1}{D^2 Y'_i}(DX'_i - XY'_i)(D\xi'_i - \xi Y'_i) = \frac{X'_i \xi'_i}{Y'_i} - \frac{\partial}{\partial \rho_i}\frac{X\xi}{D}.$$

On a donc

$$(11) \qquad x = -\frac{X\xi}{D} + \int \frac{X'_1 \xi'_1}{Y'_1} d\rho_1 + \ldots + \frac{X'_n \xi'_n}{Y'_n} d\rho_n$$

C'est aussi la solution générale du système

$$(12) \qquad \frac{\partial^2 u}{\partial \rho_i \partial \rho_k} - \frac{1}{H_i}\frac{\partial H_i}{\partial \rho_k}\frac{\partial u}{\partial \rho_i} - \frac{1}{H_k}\frac{\partial H_k}{\partial \rho_i}\frac{\partial u}{\partial \rho_k} = 0.$$

Dans l'expression de x, nous pouvons encore faire disparaître tout signe de quadrature en changeant la forme, soit des fonctions ξ_k, soit des fonctions X_k. Changeons par exemple la forme des fonctions ξ_k. On a

$$\int \frac{X'_i \xi'_i}{Y'_i} d\rho_i = \xi_i \frac{X'_i}{Y'_i} - \int \xi_i \frac{\partial}{\partial \rho_i}\frac{X'_i}{Y'_i} d\rho_i.$$

Posons donc

$$\xi_i \frac{\partial}{\partial \rho_i}\frac{X'_i}{Y'_i} = V'_i$$

ou

$$\xi_i = \frac{V'_i Y'^2_i}{Y'_i X''_i - X'_i Y''_i}.$$

La fonction V_i sera comme ξ_i une fonction arbitraire de ρ_i.

Il viendra alors simplement

$$(13) \qquad x = \frac{1}{D}\sum_i \frac{V'_i Y'_i (DX'_i - XY'_i)}{Y'_i X''_i - X'_i Y''_i} - V.$$

Système conjugué. — Prenons n systèmes distincts de solutions U_i, U_i^k correspondant à n^2 fonctions arbitraires ξ_i^k ou V_i^k.

A ces n systèmes correspondront n solutions x, x_1, x_2, …, x_n qui définissent le système de n familles de surfaces

$$\rho_i = \text{const.}$$

se coupant mutuellement suivant des lignes conjuguées.

Ce système dépendra ainsi de $n^2 + 2n$ fonctions arbitraires d'une variable, les n^2 fonctions ξ_i^k ou V_i^k, les $2n$ fonctions X_i, Y_k.

Conservons maintenant les mêmes valeurs des β_{ik} et les mêmes fonctions ξ_i^k. Prenons deux systèmes de fonctions H_k, ce qui revient à prendre

deux systèmes distincts de fonctions X_k. Nous obtiendrons deux systèmes de coordonnées curvilignes

$$x_1 x_2 \ldots x_n, \quad x'_1 x'_2 \ldots x'_n.$$

Ces deux systèmes, qui dépendent ainsi de $n^2 + 3n$ fonctions arbitraires d'une variable, définissent deux systèmes de coordonnées se correspondant par plans tangents parallèles.

Enfin la détermination des fonctions H_i, U_k, x ayant été faite complètement, on peut, par l'un des procédés indiqués par M. Darboux (*Leçons sur les surfaces. Généralisations diverses*) étendus au cas de n variables, déduire de ces systèmes d'autres systèmes conjugués, plus généraux et même dépendant d'autant de fonctions arbitraires d'une variable qu'on veut. En particulier, prenons une autre solution θ quelconque du système (12) qui déterminait les x. Soit

$$\theta = \frac{1}{D} \sum_i \frac{W'_i Y'_i (DX'_i - XY'_i)}{Y'_i X''_i - X'_i Y''_i} - W,$$

W étant une fonction quelconque de variables séparées. Calculons les nouvelles fonctions $y_1, y_2, \ldots, y_n$ par les relations

$$y_1 \frac{\partial x_1}{\partial \rho_i} + y_2 \frac{\partial x_2}{\partial \rho_i} + \ldots + y_n \frac{\partial x_n}{\partial \rho_i} = \frac{\partial \theta}{\partial \rho_i} \qquad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

Ces fonctions, dépendant ainsi de $n^2 + 3n$ fonctions arbitraires d'une variable, définiront un nouveau système conjugué, et qui sera tel, d'ailleurs, qu'à un point de ce système et à un point du système primitif correspondant aux mêmes valeurs de ρ, les plans tangents aux surfaces forment deux n-ièdres supplémentaires.

PHYSIQUE. — *Sur l'extraction des gaz rares de l'atmosphère.* Note (¹) de M. GEORGES CLAUDE, transmise par M. d'Arsonval.

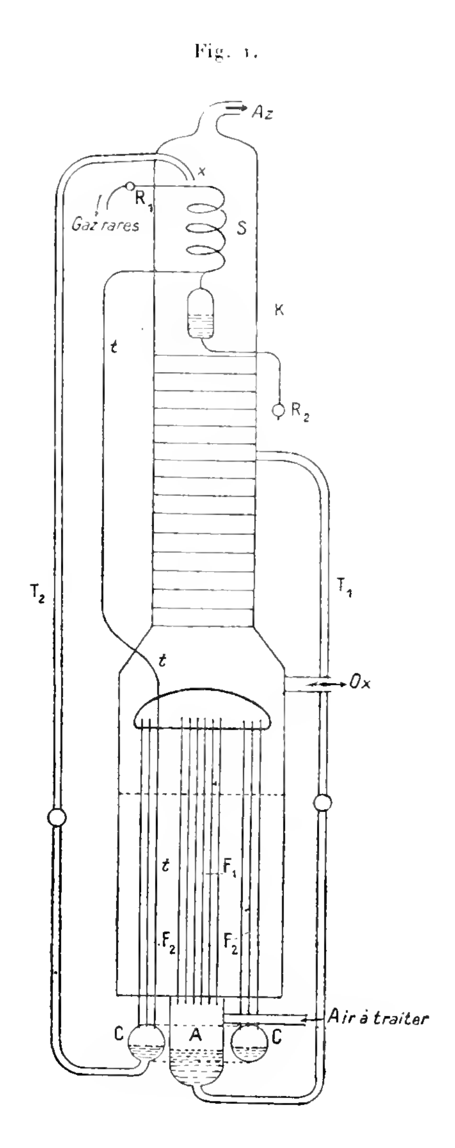
J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une nouvelle application de mon procédé dit *de retour en arrière* sous forme d'un dispositif permettant l'extraction aisée du néon et de l'hélium contenus dans l'air atmosphérique.

Ce dispositif a été appliqué sur les appareils de fabrication industrielle

(¹) Présentée dans la séance du 5 octobre 1908.

d'oxygène et d'azote que j'ai décrits dans une Note précédente [1]; il permet, sans troubler la fabrication, de recueillir à volonté la plus grande partie des gaz rares peu condensables de l'air traité, sous forme d'un mélange d'azote avec au moins 50 pour 100 de néon, d'hélium et d'hydrogène.

Fig. 1.



Je rappellerai que, dans les appareils en question [1], l'air à traiter, com-

---

[1] *Comptes rendus* du 20 novembre 1905.

primé à quelques atmosphères et refroidi dans des échangeurs par les gaz séparés, arrive par A, monte dans le faisceau central F_1, s'y liquéfie en partie en donnant un liquide contenant tout l'oxygène et titrant 47 pour 100, et passe de haut en bas dans le faisceau F_2 où il achève de se liquéfier en donnant de l'azote liquide. Le liquide riche, reflué en A, est envoyé par T_1 se déverser au milieu de la colonne de rectification K; l'azote liquide est de même envoyé par T_2 au sommet de la colonne.

Il résulte de cette disposition que, si par un tube t du faisceau F_2 mis en communication avec l'extérieur par sa partie *supérieure* on soustrait des gaz arrivés jusqu'en C, ces gaz seront déjà des résidus très rebelles à la liquéfaction, d'autant plus que, dans leur ascension dans t, ils s'épureront encore par un second retour en arrière; ce deuxième retour en arrière, d'ailleurs, est assez peu efficace, en raison de la température relativement élevée de l'oxygène liquide qui le provoque, et il est nécessaire de pousser plus loin l'enrichissement.

Pour cela, ces résidus gazeux sont amenés, dans la proportion de 6000^{l} à l'heure pour un débit d'air de 350^{m^3}, à la partie inférieure d'un système tubulaire S placé au sommet de la colonne sous le déversoir X d'azote liquide. Dans ce système tubulaire, sous l'effet simultané de la pression de 4^{atm} et de la température très basse de l'azote liquide, la condensation avec retour en arrière de toutes les parties liquéfiables se produit et le résidu gazeux extrait par R_1 est constitué, si le débit est bien réglé, par un mélange presque pur de néon et d'hélium. Le liquide formé par les parties les plus condensables est bien entendu évacué, à mesure de sa formation, par le robinet R_2.

Lorsque l'appareil est réglé pour un débit de gaz rares nettement inférieur à la proportion contenue dans l'air, soit 100 cm^3 : m, on obtient directement et très régulièrement des gaz dont la densité n'est pas supérieure aux $\frac{68}{100}$ de celle de l'air. L'hélium ne devant exister dans ce mélange, d'après les travaux de Ramsay, que dans une faible proportion, ce que confirme d'ailleurs l'examen spectroscopique, il en résulte que ces gaz résiduels sont alors très riches en néon, dont la densité est en effet $\frac{69}{100}$ de celle de l'air. Si l'on augmente le débit, la densité des gaz reste d'abord presque constante jusqu'au débit de 150 cm^3 : m environ, puis elle augmente peu à peu. Lorsque le débit atteint 250 cm^3 : m, soit 15^{l} à l'heure, cette densité n'est que de $\frac{80}{100}$ environ, correspondant à un rendement en néon de 8^{l} à 10^{l} à l'heure. Comme ce rendement est déjà sensiblement obtenu, avec une pureté bien plus grande, dès le débit de 150 cm^3 : m, il faut en conclure que le retour en arrière fonctionne avec une extrême efficacité pour éliminer toutes les parties condensables sans perte de gaz rares.

Je ne suis pas encore absolument certain que tout l'air passant dans l'appareil puisse être considéré comme ayant été effectivement traité au point de vue du néon; j'ai, d'autre part, une légère incertitude relative à la présence dans mes résidus de quantités d'hydrogène qui, si elles étaient no-

tables, fausseraient quelque peu mes conclusions. Il est cependant intéressant de constater que, tels quels, mes résultats s'accordent d'une façon satisfaisante avec les travaux de Sir W. Ramsay, fixant à 1 ou 2 parties sur 100000 la proportion du néon dans l'air atmosphérique.

PHYSIQUE. — *Recherches sur la diffusion des ions gazeux.*
Note de M. **Édouard Salles**, présentée par M. H. Poincaré.

Lorsqu'un gaz ionisé traverse un tube métallique, les ions qui sont contre la paroi ont leurs charges neutralisées par les charges de signes contraires qu'ils induisent sur le métal; ceci se traduit par un gradient dans la concentration des ions, et diffusion de ces derniers vers la paroi. Le coefficient de diffusion est intéressant à mesurer, car, connaissant sa valeur ainsi que celle de la mobilité, on peut calculer facilement la charge atomique, comme l'a montré Townsend ([1]).

Le gaz ionisé passe dans un tube métallique, et avant de rencontrer l'électrode qui doit recueillir les ions, trouve sur son passage une rondelle métallique, obturant parfaitement, percée de douze trous disposés suivant une même circonférence. Dans chaque trou est soudé un tube métallique de longueur l_1 et d'un diamètre de 2^{mm} environ; le gaz ionisé est donc obligé, avant d'atteindre l'électrode, de traverser cet ensemble de tubes T_1. L'électrode étant reliée à un électromètre, et le tube métallique contenant l'ensemble à un pôle d'une pile, dont l'autre pôle est au sol, on détermine le courant de saturation. Puis on fait la même expérience en remplaçant l'ensemble T_1 par un autre T_2 identique, mais de longueur l_2. Dans ce cas, soient c_1, c_2 les courants de saturation dans les deux expériences, K le coefficient de diffusion, u le débit; on a (Townsend)

$$\frac{c_1}{c_2} = \frac{0,195\, e^{-7,31\frac{K l_1 \pi}{u}} + 0,024\, e^{-44,56\frac{K l_1 \pi}{u}}}{0,195\, e^{-7,31\frac{K l_2 \pi}{u}} + 0,024\, e^{-44,56\frac{K l_2 \pi}{u}}}.$$

Cette formule doit subir une correction, car pendant le parcours $l_1 - l_2$ un certain nombre d'ions ont disparu par recombinaison.

S'appuyant sur d'anciennes expériences de Rutherford, le professeur J.-J. Thomson pense qu'à la diffusion s'ajoute un effet spécifique dû au métal qui forme la paroi ([2]). Les déterminations de Rutherford étaient

([1]) Townsend, *Phil. Trans.*, A, t. CXCIII, 1900, p. 129, et *Ions, électrons, corpuscules*, t. II, p. 920.

([2]) *Conduction of Electricity through gases*, p. 28.

purement qualitatives; Townsend ne semble pas s'être préoccupé de ce point. Au cours de recherches sur la diffusion j'ai cherché à me rendre compte si cet effet existait réellement.

La méthode employée a été celle de Townsend, mais j'ai dû apporter différents perfectionnements au dispositif. Tout d'abord les changements des tubes longs T_1 par les tubes courts T_2 se faisaient sans ouvrir l'appareil. A cet effet, comme j'opérais avec trois métaux, maillechort, acier, laiton, les six ensembles étaient logés dans un bloc métallique, assez semblable à un barillet de revolver de forte dimension, tournant à l'intérieur d'une boite étanche également en métal. Les deux faces du bloc avaient été rodées avec le plus grand soin. Le bloc était mis en mouvement par une crémaillère circulaire, attaquée par un pignon manœuvrable de l'extérieur à l'aide d'une manivelle. Un cliquet se faisait entendre chaque fois qu'un ensemble T_1 ou T_2 arrivait en place; on arrêtait alors la manivelle. Les électrodes, devant être toujours à la même distance de l'extrémité des tubes étroits, pouvaient glisser sur des galets entre deux positions parfaitement définies correspondant chacune à un des deux cas.

Afin d'opérer toujours avec le même gaz, j'ai adopté pour la circulation gazeuse un dispositif assez analogue à celui de Delaroche et Bérard pour leur étude de la chaleur spécifique des gaz : deux bouteilles en acier contenant de l'huile de vaseline communiquent par le bas par l'intermédiaire d'une pompe rotative; les orifices supérieurs étaient reliés chacun à une extrémité de l'appareil à diffusion. L'appareil permet ainsi de travailler avec des pressions supérieures à la pression atmosphérique.

La réalisation et la mise au point de ces différents dispositifs ont été fort longues, et c'est seulement maintenant que je puis publier les mesures pour l'air. Voici les valeurs du coefficient de diffusion dans le cas de l'air avec les trois substances métalliques étudiées :

	Coefficient de diffusion.	
Métal.	Ions +.	Ions —.
Maillechort	0,031	0,041
Laiton	0,031	0,041
Acier	0,032	0,043

Je n'ai pas fait les corrections de recombinaison, qui abaisseraient à peu près de la même valeur chaque nombre; le gaz n'était pas parfaitement desséché, il y aurait donc un écart avec les valeurs données par Townsend. Ce physicien avait en effet trouvé :

Source d'ionisation.	Ions +.	Ions —.
Rayons de Röntgen	0,028	0,043
Radium	0,032	0,043

Il ne faut pas, d'autre part, oublier qu'une erreur de 3 pour 100 sur les

mesures électriques implique une erreur de 5 pour 100 sur le résultat final.

Dans des expériences préliminaires je n'avais pas remarqué d'anomalies entre la diffusion dans des tubes de fer et celle dans des tubes d'étain, et cela pour les ions + comme pour les —. Je crois donc pouvoir dire qu'aux erreurs d'expériences près, il n'y a pas d'effet spécifique dû à la nature de la paroi, venant s'ajouter au mécanisme de la diffusion.

Les valeurs que j'ai trouvées pour les ions + sembleraient montrer que le coefficient de diffusion pour ces ions se trouverait entre les deux nombres donnés par Townsend.

Les mesures de Townsend ont eu lieu avec un débit de 76^{cm^3} à la seconde, les miennes avec un de 92^{cm^3}.

Je poursuis mes recherches avec des gaz secs et à diverses pressions.

CHIMIE. — *Méthode de calcul des poids atomiques.* Note de M. **Louis Dubreuil**, présentée par M. D. Gernez.

La détermination expérimentale des rapports analytiques servant au calcul des poids atomiques comporte trois genres d'erreurs :

1° Erreurs tenant à la méthode employée;
2° Erreurs tenant à la technique de l'expérimentateur;
3° Erreurs accidentelles.

Les dernières seules s'éliminent facilement en prenant la moyenne d'un grand nombre d'expériences; pour les autres l'élimination est beaucoup plus difficile et, à vrai dire, on s'en est rarement préoccupé jusqu'ici. La méthode toujours employée dans les calculs depuis Berzélius a consisté à regarder dans un rapport mesuré expérimentalement tous les poids atomiques comme connus, sauf un seul qu'on calcule en fonction des autres et sur lequel on accumule fatalement les erreurs méthodiques et les erreurs dues à l'opérateur. Cette façon d'opérer a été ainsi critiquée à plusieurs reprises, notamment par Clarke (*American Ch. J.*, t. XXVII, p. 321-328) et par Hinrichs qui a longuement discuté la question dans ses importants Ouvrages : *True atomic weights* et *Absolute atomic weights*, et a établi récemment (*Comptes rendus*, t. CXLV, 28 octobre 1907, p. 715) une relation extrêmement importante pour le calcul que nous avons en vue.

La relation d'Hinrichs comportant une légère faute de calcul, nous allons l'établir de nouveau.

Soit un rapport analytique dont la vraie valeur est R et la valeur mesurée r; l'excès analytique est $e = r - R$. Le rapport considéré peut être regardé comme une fonction des poids atomiques de tous les corps simples qui y figurent, cette fonction prenant la valeur R lorsqu'on remplace ces poids atomiques par leurs valeurs usuelles X, Y, Z, en nombres ronds et la valeur r pour les valeurs approchées $X + x$, $Y + y$, $Z + z$, etc. L'expérience fournira généralement ces dernières valeurs approchées. On a évidemment, x, y, z étant petits,

$$e = r - R = x\frac{\partial R}{\partial X} + y\frac{\partial R}{\partial Y} + z\frac{\partial R}{\partial Z} + \ldots.$$

Pour calculer $\frac{\partial R}{\partial X}$, par exemple, on remplace, dans le calcul de R, X par X + 0,1; R prend la valeur R_X. Posant $e_X = R_X - R$, il vient

$$e_X = \frac{\partial R}{\partial X} \cdot 0,1,$$

$$\frac{\partial R}{\partial X} = 10 e_X,$$

d'où finalement

$$e = 10(x e_X + y e_Y + z e_Z + \ldots).$$

C'est l'équation d'Hinrichs. Pour la commodité du calcul, ce dernier évalue e, e_X, e_Y, ... en unités du cinquième ordre décimal : x, y, z sont exprimés en unités de poids atomique.

Hinrichs restreint de suite le problème en employant la méthode graphique : il remarque que, par rapport aux coordonnées x, y, z, l'équation (1) représente une droite pour deux variables, ou plus exactement un faisceau de parallèles, et pour trois variables un faisceau de plans parallèles. Il en déduit deux méthodes de détermination des poids atomiques :

1° Si deux éléments entrent dans deux réactions différentes, ne renfermant qu'eux seuls, l'intersection des droites représentatives donnera les valeurs vraies de x et y; de même pour trois éléments.

Cette méthode est séduisante *a priori*, mais elle donne en général des résultats faux : elle conduit analytiquement à résoudre un système de n équations du premier degré à n inconnues, n pouvant être supérieur à 3. Mais ces équations ne sont pas compatibles, car x, y, z, ... représentent les écarts des valeurs vraies des poids atomiques avec les valeurs usuelles, augmentés d'une erreur variable avec la méthode et l'opérateur, et par suite variable d'une équation à l'autre. C'est donc à tort qu'on regarderait x, y, z comme ayant la même signification dans toutes les équations du système, et les résultats obtenus par cette méthode sont souvent discordants.

2° Hinrichs admet que les valeurs vraies de x, y, z correspondant à une droite ou à un plan sont les coordonnées de la projection de l'origine sur

la droite ou le plan, car, dit-il, « elles représentent l'écart minimum de l'expérience de la valeur absolue ».

Cette convention géométrique, forcément limitée aux réactions où interviennent deux ou trois éléments, est facilement généralisable; il suffit de remarquer qu'elle revient à supposer $x^2+y^2+z^2$ minimum. Pour n éléments, il suffira d'écrire la convention analogue. On a ainsi

$$(1)\qquad xe_X+ye_Y+ze_Z+ue_U+\ldots=\frac{e}{10},$$

$$(2)\qquad x^2+y^2+z^2+u^2=\text{minimum},$$

d'où en différentiant

$$(3)\qquad e_X\,dx+e_Y\,dy+e_Z\,dz+e_U\,du+\ldots=0,$$

$$(4)\qquad x\,dx+y\,dy+z\,dz+u\,du+\ldots=0,$$

e_X, e_Y, ... sont différents de zéro, ainsi qu'une au moins des quantités x, y, z, ..., soit x par exemple; multiplions (3) par x et (4) par $-e_X$ en ajoutant

$$(xe_Y-ye_X)\,dy+(xe_Z-ze_X)\,dz+\ldots=0.$$

Toutes les variables restantes étant indépendantes, on aura

$$xe_Y-ye_X=0,$$
$$xe_Z-ze_X=0,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$

ou finalement

$$\frac{x}{e_X}=\frac{y}{e_Y}=\frac{z}{e_Z}=\ldots=\frac{xe_X+ye_Y+ze_Z+\ldots}{e_X^2+e_Y^2+e_Z^2+\ldots}=\frac{e}{10(e_X^2+e_Y^2+\ldots)},$$

et, par suite,

$$x=\frac{e_X}{10(e_X^2+e_Y^2+\ldots)}\times e,$$

$$y=\frac{e_Y}{10(e_X^2+e_Y^2+\ldots)}\times e,$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

Ces équations résolvent le problème; elles permettent le calcul simultané des écarts x, y, z, ... pour tous les corps qui figurent dans une réaction déterminée.

L'avantage de cette méthode est de fournir les écarts apparents pour chaque procédé de mesure; en combinant les résultats de plusieurs auteurs, on pourra supprimer l'erreur personnelle à chacun; enfin, en combinant les résultats ainsi corrigés des diverses méthodes pour un seul corps, on pourra

calculer l'écart vrai et, par suite, le poids atomique absolu et l'écart dû à chaque méthode particulière.

Avec la généralisation et les modifications que nous y avons apportées, la méthode d'Hinrichs permettra donc de calculer de façon vraiment scientifique les vraies valeurs des poids atomiques.

MINÉRALOGIE. — *Sur une des causes modifiant les formes dominantes des cristaux, et sur les solutions solides.* Note de M. **Paul Gaubert**, présentée par M. A. Lacroix.

J'ai montré que les cristaux peuvent, pendant leur accroissement, absorber des matières cristallines étrangères en solution dans l'eau mère. La syncristallisation se fait de deux manières différentes : 1° elle a seulement lieu quand le liquide laisse déposer, à la fois, les cristaux des deux substances et il s'agit alors d'une association régulière de cristaux de nature différente; 2° il y a partage suivant une certaine loi de la matière étrangère entre le cristal et le liquide. Dans ce cas, il y a production d'une véritable solution solide, dont la composition varie avec les pyramides ayant pour base chaque sorte de faces, et les molécules de la substance étrangère sont sous le même état dans le cristal et le liquide (¹). Le fait est facile à démontrer par l'emploi de matières colorantes, ajoutées à l'eau mère.

Le but de cette Note est de montrer que non seulement les molécules d'un corps cristallisé peuvent passer dans le réseau cristallin d'une autre substance, en modifiant les formes de cette dernière, mais aussi que les molécules d'un liquide ajouté au dissolvant et celles de l'eau mère elle-même possèdent les mêmes propriétés.

J'ai encore employé l'acide phtalique hydraté, dont les cristaux sont remarquables par la facilité avec laquelle ils peuvent, pendant leur formation, absorber des matières étrangères.

J'ai constaté que beaucoup de corps liquides ajoutés, même en petite quantité, à une solution chaude d'acide phtalique modifient, comme les matières colorantes cristallines, la forme des cristaux obtenus par refroidissement. Les alcools éthylique, méthylique, propylique, la glycérine, l'aldéhyde, etc., produisent des modifications identiques : les cristaux, très allongés suivant

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1906, p. 936.

l'axe vertical, sont prismatiques, limités latéralement par la forme $h^3(210)$ et souvent terminés en pointe et fusiformes par suite du développement et de la courbure de $\left(b^1 b^{\frac{1}{3}} h^{\frac{1}{2}}\right)(\bar{2}12)$. La face $g^1(010)$ est très peu développée ou même manque complètement, quand la quantité d'alcool est assez élevée, alors que c'est la forme dominante dans les cristaux de l'eau mère pure ou additionnée de matières colorantes dont l'action a été étudiée [1]. C'est, en somme, la forme des cristaux obtenus par refroidissement d'une solution alcoolique pure et étudiés par MM. Muthmann et Ramsay.

On est naturellement amené à supposer que, comme pour les matières colorantes, c'est à l'absorption de molécules liquides que sont dues les modifications des formes dominantes, modifications qui ne peuvent pas être attribuées à d'autres phénomènes physiques, tels que la variation des actions capillaires entre le liquide et les différentes faces du cristal, car ces modifications sont, en outre, suivies d'un changement dans la taille des cristaux, changement provoqué par l'absorption et qui a lieu alors même que la quantité de liquide ajouté est très faible ($\frac{1}{50}$). Du reste cette supposition est confirmée par la détermination quantitative des substances liquides étrangères existant dans le cristal.

Par la méthode très sensible de dosage de quelques matières organiques, imaginée par M. M. Nicloux, j'ai pu évaluer les quantités d'alcool éthylique existant dans les cristaux. Ces derniers ont été choisis avec soin de façon à éliminer autant que possible ceux contenant des inclusions.

La détermination a été faite sur 20g d'acide phtalique desséché à 100°, dissous ensuite dans 120cm³ d'eau et la distillation avec l'appareil de Schlœsing a été poussée jusqu'à ce que 30cm³ aient été recueillis. Le dosage volumétrique a été fait sur ce liquide et les résultats obtenus sont les suivants :

Alcool contenu dans l'eau mère.	Alcool contenu dans les cristaux.
0,95	0,0025
0,60	0,0020
0,30	0,0012
0,20	0,0011
0,15	0,0010
0,10	0,00088
0,09	0,00085

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1906, p. 219, et *Bulletin de la Société française de Minéralogie*, t. XXVIII, 1905, p. 286.

Alcool contenu dans l'eau mère.	Alcool contenu dans les cristaux.
0,08	0,00080
0,07	0,00077
0,06	0,00071
0,05	0,00061
0,03	0,0002
0,02	0,0001

L'alcool des cristaux a deux origines. Une partie est, pour ainsi dire, en dissolution dans le cristal et l'autre se trouve dans les inclusions d'eau mère existant dans ce dernier. Aussi, à cause de cette complexité, les mesures, pour être comparables, doivent être faites sur des cristaux préparés dans les mêmes conditions (identité de volume et de forme des vases et même vitesse de refroidissement, l'absorption de l'alcool variant avec la température). Si toute la quantité d'alcool existant dans les cristaux était due à des inclusions, elle serait proportionnelle à celle contenue dans le liquide; or, il n'en est rien; elle augmente plus rapidement que celle qui est dans l'eau mère au début et cela correspond au changement de la forme du cristal avec 0,02 à 0,03 d'alcool; les faces h^3 sont relativement peu développées, alors qu'elles limitent presque entièrement le cristal déjà avec 0,05 de ce liquide. En outre à partir de 0,10 d'alcool dans l'eau mère la quantité de ce dernier trouvée dans les cristaux n'augmente plus autant (¹). Donc une très faible quantité d'alcool peut modifier les formes d'un cristal; cette quantité est encore plus faible que celle des matières colorantes agissant de la même manière, mais comme ces dernières substances ont un poids atomique beaucoup plus élevé et comme la modification doit être produite par ce nombre de molécules, cette différence dans les proportions des quantités absorbées pour produire le même phénomène paraît naturelle.

Un autre fait peut être expliqué par l'absorption. Si l'on ajoute à l'eau mère de l'alcool éthylique et du bleu de méthylène, ce dernier, en proportions convenables, empêche le développement des faces $h^3(210)$ des cristaux d'acide phtalique et favorise la production des faces $g^1(010)$; le dosage de l'alcool montre que la quantité de ce corps est plus faible que dans le cas où l'eau mère est seulement alcoolisée, les proportions étant naturellement

(¹) Je fais des expériences pour déterminer le coefficient de solubilité de l'alcool dans les cristaux d'acide phtalique.

les mêmes dans la solution. Il y a encore concordance entre le développement des faces h^3(210) et la quantité d'alcool absorbée [1].

On est donc amené à admettre que, lorsque les cristaux d'une substance montrent un facies particulier dans un dissolvant déterminé, fait dont quelques exemples sont bien connus, c'est vraisemblablement à l'absorption des molécules de ce dernier que sont dues les modifications des faces.

En résumé, il résulte de ce travail : 1° que les cristaux peuvent absorber, pendant leur accroissement, non seulement les molécules d'une substance cristallisée, ajoutée à l'eau mère, mais que les molécules de cette dernière ou d'un liquide miscible avec elle peuvent aussi pénétrer régulièrement dans le cristal et la conception des solutions solides doit être élargie; 2° par suite, cette absorption peut changer les formes dominantes des cristaux.

BOTANIQUE. — *Katafa, Geaya et Macrocalyx, trois plantes nouvelles de Madagascar.* Note de MM. **Costantin** et **H. Poisson**, présentée par M. E. Perrier.

Les trois végétaux signalés ici ont été rapportés par M. Geay et représentent, les deux premiers, des types aberrants de Dicotylédones (familles nouvelles); le troisième, un genre nouveau de la famille des Malvacées.

Katafa crassisepalum, n. gen., n. sp. — Le *Katafa* est une plante qui joue un rôle important dans la « Fanafody » (médecine indigène) malgache. Il contient un principe amer et aromatique, employé contre les fièvres et beaucoup d'autres maladies. C'est l'écorce de la racine qui est utilisée pour faire des infusions et des fumigations.

Arbuste à *tige* très ramifiée, branches grisâtres ou brun roussâtre, à cicatrices arrondies ($3^{mm} \times 4^{mm}$) résultant de la chute des feuilles; quatrième cicatrice généralement superposée à la première. *Feuilles* composées pennées (14^{cm}-16^{cm} de long) à folioles pétiolées alternes ou opposées (4^{cm}-$5^{cm} \times 12^{mm}$), caduques; aussi le pétiole dépouillé peut subsister seul; pas de foliole terminale. *Inflorescences* petites, entre les feuilles, en grappes composées ou simples. 2-6 pédoncules à l'extrémité des branches

(1) L'examen microscopique des lames de clivage des cristaux de nitrate d'urée, colorés à la fois par le bleu de méthylène et l'acide picrique, montre que chacune de ces deux substances colorantes est surtout absorbée sur les secteurs correspondant aux faces dont elles provoquent la formation.

(3^{cm}-5^{cm} de long); une inflorescence présente 8 à 20 boutons floraux de 2^{mm} fermés ([1]). *Fleur* à l'état de bouton ovoïde; 5 *sépales* en préfloraison quinconciale, extrêmement charnus (leur section longitudinale révèle l'existence de grandes cellules sécrétrices à contenu jaune); 5 *pétales* indépendants les uns des autres, non visibles extérieurement, à préfloraison valvaire, à sommets aplatis et appliqués l'un sur l'autre, très poilus extérieurement; 5 *étamines* oppositisépales, presque sessiles, anthère à deux loges poilues ainsi que les filets; *ovaire* peu développé, supère à 5 loges épisépales, placentation axile, avec au moins 2 ovules pendants par loges, courbés (campylotropes?), un style court dont le sommet est légèrement échancré au milieu.

Ces caractères placent le *Katafa* (nom vulgaire) parmi les dialypétales isostémones à ovaire supère, par conséquent dans les Célastrales ([2]), c'est-à-dire au voisinage des Célastracées et des Ilicacées. Un caractère anatomique commun à ces deux familles est la présence dans le parenchyme cortical du pétiole de cristaux d'oxalate de chaux. Or le *Katafa* n'a pas de cristaux; il se distingue des Célastracées par ses ovules pendants et non dressés, des Ilicacées par ses ovules non solitaires, ses feuilles composées et non simples. Il appartient à une famille nouvelle ou à une tribu aberrante des Célastracées.

Habitat : Sud et Sud-Ouest de l'île, en terrains argileux, dans des cuvettes formées par la décalcification des roches des plateaux calcaires. — *Échantillons :* Herbier n° 3336, province de Tuléar, massif de la Table; n° 6081, monts Maïna; Alcool, n° 4747.

Geaya purpurea, n. gen., n. sp. — Cette plante, par son aspect étrange, donne l'idée d'une espèce saprophyte ou parasite.

Tige comme desséchée, aspect de bois mort, très légère, à moelle énorme, persistante, haute de 50^{cm} à 1^{m}, simple ou ramifiée dans le haut avant les fleurs ou pour porter les fleurs. *Feuilles* rapidement caduques en spirale, ou en pseudo-verticille de 3-4, de forme étrange; pétiole vert aplati, ridé, charnu (6^{cm} de long $\times$ 2^{mm} de large), terminé par 5-6 petits lobes (2^{mm}-4^{mm} de long) simulant des folioles avortées en gouttière à la base, terminées en pointe. *Inflorescence :* cyme tripare ou à ramification bifurquée à deux rameaux inégaux trifurqués plus haut. *Fleurs* pourpres au nombre de 20-100 par pied, 2^{cm} à 3^{cm} de long; *calice* gamosépale, à 4 dents pointues, pourvu de 4 côtes; *corolle* gamopétale, tubuleuse, pourprée, à 4 lobes terminaux petits de 1^{cm}, à nervures latérales se ramifiant en fourches à angles très aigus, sommet des pétales mucroné; 8 *étamines* insérées sur la corolle au-dessous du milieu, anthères courbées, filet dorsifixe non inséré au milieu, ni à la base; 4 *carpelles* presque complètement libres, sauf

---

(1) A deux reprises, en janvier et en avril, les fleurs ont été récoltées à cet état de boutons fermés.

(2) Van Tieghem, *Éléments de Botanique*, t. II, 3e édit., p. 421-448.

dans leurs parties internes qui sont soudées; 4 styles filiformes longs; chaque loge contient plusieurs ovules et plus tard plusieurs graines à tégument parcouru par des nervures longitudinales saillantes.

On peut rapprocher cette plante des Éricales; elle s'en distingue par ses étamines adhérentes à la corolle. C'est un genre tout à fait aberrant d'Éricacées ou le type d'une famille nouvelle.

Habitat : Au milieu des Graminées sur 50^{km^2} environ de terrain calcaire, au voisinage des argiles, par groupes de 15 ou 20 individus très vigoureux, très florifères. Altitude 80^m-200^m. Plante de région sèche, mais où la rosée nocturne est très abondante. Entre Beloha et le Faux Cap (environs de l'ancien poste de Mantovotsitra).

Échantillons : Herbier nos 6372-6335, Nord du cap Sainte-Marie; no 6336, Nord du Faux Cap.

Macrocalyx tomentosa, n. gen., n. sp. (Malvacée). — Cet arbre possède un bois très dur qui est employé dans l'industrie indigène. On en fait des clous pour assembler les planches molles des pirogues.

Tige à tomentum blanc légèrement rosé, d'un jaune citrin à l'intérieur. *Feuilles* blanches, simples, petites (limbe $1^{cm},5 \times 12^{mm}$), ovales et entières, longuement pétiolées (12^{mm} à 16^{mm}), placées au sommet des branches, généralement verticillées par 5. *Fleur* à grand calicule blanc rosé, papyracé de $3^{cm},5 \times 4^{cm}$ avec 5 lobes soudés en bas; *calice* à 5 sépales étroits, lancéolés (1^{cm}), presque losangiques; *corolle* 3^{cm}; *étamines* nombreuses et soudées en une pièce jaune foncé légèrement recourbée au sommet, de 4^{cm}-5^{cm} de haut; *ovaire* supère à 5 loges, surmonté d'un style unique; *graines* anguleuses.

Par ses grosses bractéoles, par son fruit à 5 loges, cette plante se place dans la tribu des Hibiscées, mais se différencie nettement du genre *Gossypium* par 5 pièces au calicule au lieu de 3.

Habitat : Province de Tuléar, massif de la Table. — *Échantillons :* no 5295 et no 5301.

ZOOLOGIE. — *Sur le squelette du membre antérieur de* Bradypus torquatus *Ill.* Note de M. A. **Menegaux**, présentée par M. Yves Delage.

La famille des Bradypodidés, avec ses types si curieux, a toujours intéressé les naturalistes. Malgré les travaux d'Anatomie et de Biologie auxquels les Paresseux ont donné lieu, les questions à élucider sont encore nombreuses. Ainsi le squelette de *Bradypus torquatus* Ill. n'a encore été ni figuré, ni étudié avec détails, malgré l'incontestable intérêt que présenterait

un pareil travail. J'ai reçu en communication, il y a quelque temps, le squelette du membre antérieur d'un adulte âgé et celui d'un jeune presque adulte. J'ai pu ainsi en préciser les caractères ostéologiques et le comparer avec celui de *Br. tridactylus* L., *Br. cuculliger* Wagler et de *Cholœpus didactylus* L. et *hoffmanni* Peters.

L'omoplate, qui possède aussi le foramen coraco-scapulaire, s'allonge d'arrière en avant et sa forme générale rappelle plutôt celle de *Bradypus* que celle des Unaus. La crête épineuse, placée très obliquement, se soude à un court acromion, qui se prolonge, même chez l'adulte, par un ligament jusqu'à l'apophyse coracoïde. Cette disposition existe chez *Bradypus* et non chez *Cholœpus*, où cet arc osseux est complet. Je n'ai pas eu l'occasion d'examiner la clavicule.

L'humérus rappelle celui de *Br. tridactylus* L. par sa forme, ses arêtes longitudinales peu développées et par l'élargissement de l'extrémité antérieure qui se fait sur une longueur moitié moindre que chez *Ch. didactylus* L., où, en outre, les bords sont plus aplatis. Le trou susépitrochléen signalé par Wagner en 1850 (*Wiegmann's Archiv*. p. 380) a un diamètre plus faible (4^{mm}) que chez *Ch. didactylus* (7^{mm}).

Les os de l'avant-bras ont la forme et la disposition de ceux des Bradypes. Les radius et surtout le cubitus sont arqués et, par suite, éloignés l'un de l'autre; ils délimitent une ovale chez *Br. torquatus* qui a 10^{mm} en son milieu, 16^{mm} chez *Br. tridactylus*, tandis que cet écart interosseux n'est que de 4^{mm} chez *Ch. didactylus*, et ce dans la moitié postérieure de l'avant-bras seulement.

La tubérosité bicipitale est beaucoup plus prononcée que chez *Ch. didactylus*. Est-ce une indication que le biceps est plus puissant ?

La longueur relative de l'humérus et des os de l'avant-bras varie dans ces diverses espèces.

	Br. torquatus		*Br. tridactylus.*	*Ch. didactylus.*
Humérus.........	170.	juv. 155	184	174
Radius...........	173.	juv. 140	185	188
Cubitus........ .	178.	juv. 145	192	198

Dans l'Unau, l'avant-bras est donc beaucoup plus long proportionnellement au bras que dans les Bradypes.

Le carpe est formé de sept os disposés en deux rangées. La première rangée comprend le scaphoïde, le semi-lunaire et le pyramidal qui porte un pisiforme tout à fait interne et assez descendu vers les métacarpiens. Le scaphoïde rappelle celui des Bradypes et est entièrement différent de celui de *Ch. didactylus* dont les deux apophyses si accentuées sont caractéristiques.

Les quatre os de la rangée antibrachiale sont : le *trapèze* adossé au premier métacarpien et au trapézoïde; le *trapézoïde* qui s'appuie sur le deuxième métacarpien et un peu sur le troisième; le *grand os* qui répond au troisième métacarpien et se loge dans une échancrure de la tête; enfin, l'*unciforme* qui touche le bord du troisième métacarpien et le quatrième réduit; il ne touche pas le cinquième.

A cause de la réduction du premier doigt, le rôle du trapèze est moins important.

Aussi se fait-il une soudure avec le rudiment du premier métacarpien et avec le deuxième, mais cette soudure est tardive, puisque chez le jeune spécimen que j'ai examiné (dont l'humérus avait 155^{mm}, tandis que celui de l'adulte avait 170^{mm}) elle n'est pas encore complète; elle paraît l'être chez l'adulte, car la ligne de suture n'est plus visible. Cette disposition rappelle celle du carpe de l'Unau, si l'on admet que le trapèze se soude au rudiment du pouce, mais elle diffère de celle observée chez les *Br. cuculliger* et *tridactylus*, où cette rangée ne présente à première vue, chez l'adulte, que deux osselets.

Par ébullition, j'ai réussi à isoler le trapèze du premier métacarpien chez *Br. cuculliger*. D'autre part, si l'on y examine les connexions des deux os du carpe avec les métacarpiens, on arrive à la conclusion que le premier est un os *magno-trapézoïde* provenant de la soudure du grand os et du trapézoïde, et qui les remplace tous deux. Chez un jeune que j'ai disséqué au laboratoire, j'ai encore vu une indication de suture. Cuvier avait déjà admis cette soudure précoce. Alors la patte des Bradypes rentre dans le type normal. D'ailleurs, ces soudures carpiennes, plus ou moins hâtives, n'ont que peu d'importance. Ainsi, chez le vieil adulte de *Br. torquatus*, outre la soudure du trapèze, il y a soudure latéralement du trapézoïde et du grand os, et il est probable qu'à un âge plus avancé la soudure devient aussi complète que chez *Bradypus*. Cette constatation me permet de dire qu'il faut être très circonspect quand on veut utiliser les os du carpe pour établir des rapports de parenté. Chez un adulte *Ch. didactylus* de la Guyane, le trapézoïde de la main gauche est soudé aux deux métacarpiens, tandis que sur la main droite rien de semblable n'apparaît.

A la grandeur des os près, le métacarpe est celui de *Bradypus*. Le premier métacarpien est plus grand que le cinquième, le troisième est plus gros et le quatrième est plus réduit que le deuxième, ce qu'on trouve déjà chez d'autres espèces. Ces métacarpiens sont courts (22^{mm}), aplatis dans le sens latéral, à crêtes et arêtes vives, très prononcées, sauf chez les jeunes; chez ceux-ci le quatrième métacarpien est aussi grand que les deux autres, tandis que chez l'adulte il est un peu plus court, mais il est toujours beaucoup plus mince (6^{mm} près de la phalange, le troisième a 9^{mm}). La soudure de la première phalange y est moins avancée que sur les autres doigts.

La première phalange, sans apophyses récurrentes, rappelle celle de *Bradypus* (7^{mm}). La deuxième phalange du petit doigt est plus courte que celles des deux autres doigts qui ont la même longueur (34^{mm}). Les griffes sont très fortes et ont une amplitude de mouvement remarquable; leur poulie d'articulation leur permet de faire un angle aigu avec l'axe du doigt.

Elles ont 67mm, 74mm et 54mm de longueur (pour la corde de l'arc sous-tendu).

Si, à ces caractères, on ajoute ceux des dents qui sont celles du *Bradypus*, celui du maxillaire inférieur, de la colonne vertébrale (9 vertèbres cervicales, 14 dorsales, 4 lombaires, 6 sacrées, 10 caudales) et des côtes (14), on sera convaincu que *Br. torquatus* Ill. est une espèce qu'il est impossible anatomiquement de séparer du genre *Bradypus*, bien qu'elle présente quelques caractères propres et d'autres qui la rapprochent de *Ch. didactylus* L.

ZOOLOGIE. — *Les phénomènes de phagocytose et d'autodigestion au cours de la régression des ascidiozoïdes chez les Diplosomidées (Ascidies composées).* Note de M. **Antoine Pizon**, présentée par M. Yves Delage.

Les cormus des Diplosomes (*Diplosoma Listeri* et *D. Spongiforme*) renferment trois sortes d'ascidiozoïdes dont j'ai fait connaître les rapports et l'évolution générale dans un travail antérieur [1] : des *ascidiozoïdes monothoraciques* possédant une branchie, une anse digestive et un cœur; des *a. bithoraciques* qui ont deux branchies, deux œsophages et deux rectums, et enfin des *a. bithoraciques et biventriques* formés de deux monothoraciques embranchés l'un sur l'autre.

Certains organes des *a. bithoraciques* ont une existence éphémère; les deux thorax ne restent simultanément en activité fonctionnelle que pendant 12 à 18 heures, tout au moins pendant la belle saison, après quoi *le plus ancien de ces thorax* (branchie, œsophage et rectum) *entre en régression et disparaît totalement en trois ou quatre jours*. L'ascidiozoïde bithoracique se trouve ainsi ramené à une forme monothoracique, qu'un nouveau bourgeonnement transformera quelques jours plus tard soit en ascidiozoïde bithoracique, soit en ascidiozoïde bithoracique et biventrique.

Je complète aujourd'hui l'étude de l'évolution de ces Tuniciers en faisant connaître dans leurs grandes lignes les processus de la régression des parties nécrosées (branchie, œsophage et rectum) des ascidiozoïdes bithoraciques. Ces processus sont caractérisés par la part très active qu'y prennent les organes digestifs restants; il se fait une véritable autodigestion

---

[1] A. Pizon, *Évolution des Diplosomes* (*Archives de Zoologie expérimentale*, fasc. I, oct. 1905).

concurremment avec une phagocytose non moins active qu'exercent de nombreux amibocytes.

La plus ancienne branchie se contracte et s'affaisse; les éléments de ses parois se dissocient soit par petits fragments, soit par cellules; toutefois les cellules épidermiques deviennent au contraire plus hautes, plus serrées et isolent la masse en régression de la tunique environnante. D'autre part, les amibocytes du sang qui circulaient dans les espaces interstigmatiques au moment de la mort persistent avec toute leur vitalité au sein des éléments nécrosés. Ceux-ci, pour disparaître, suivent trois voies différentes :

1° Ceux qui se trouvent au voisinage immédiat du rectum s'engagent pour la plupart dans ce dernier en franchissant l'orifice rectal béant; ils s'y mélangent à la longue avec les éléments des parois rectales qui se dissocient de leur côté et tombent dans la lumière centrale; le rectum n'est bientôt qu'un petit cordon plein constitué d'éléments en régression et qui finit de s'isoler par étranglement du reste de l'intestin.

2° Une autre fraction beaucoup plus importante des éléments de la branchie émigre vers la partie inférieure du corps et va s'accumuler dans les espaces sanguins, principalement autour de l'estomac et de l'anse intestinale. Ces éléments y forment le plus souvent une masse compacte dont une face est adjacente à l'épiderme, tandis que l'autre est couverte de très nombreux amibocytes de grande taille qui exercent une phagocytose des plus actives : ceux de ces microphages qui sont au contact immédiat des éléments en dégénérescence sont gonflés, bourrés de granulations fortement chromophiles, tandis que ceux qui sont plus en arrière ou épars dans les cavités sanguines sont à contenu très clair et très finement granuleux.

3° Enfin le reste des éléments de la branchie descend dans l'estomac en s'engageant dans l'œsophage qui fait suite à la branchie morte et dont la régression sera un peu plus tardive. Caullery [1] a déjà signalé des estomacs de *D. gelatinosum* ainsi remplis d'éléments en régression. Parfois même ce sont des petits fragments de la branchie encore couverts de cils vibratiles qui pénètrent d'un seul bloc dans l'estomac, où ils se dissocient ensuite.

Deux processus concourent ici à opérer la disparition des éléments cellulaires; il y a à la fois digestion et phagocytose.

Les cellules glandulaires de l'estomac se montrent en effet, encore à ce moment, très hautes et gonflées de liquide, tandis que des macrophages identiques à ceux des cavités sanguines entourent les éléments en régression. Ceux-ci forment à un moment donné une masse homogène à peine colorable et sans membranes, au sein de laquelle sont inclus de très petits noyaux en régression ne montrant plus guère que des contours épais et fortement érythrophiles. Les gros amibocytes poussent parfois dans cette espèce de

---

[1] CAULLERY, *Contributions à l'étude des A. composées* (*Thèse de Doctorat*, 1895).

plasmode nécrosé des pseudopodes qui y pénètrent à la façon de suçoirs. Ils sont descendus dans l'estomac en même temps que les éléments branchiaux avec lesquels ils étaient mélangés; il n'est pas impossible d'ailleurs que certains d'entre eux soient venus directement des cavités sanguines en franchissant l'épithélium stomacal; en tout cas, on en observe des traînées qui s'étendent depuis la cavité stomacale jusqu'aux lacunes sanguines en s'infiltrant à travers les parois de l'estomac, et il est manifeste que ces éléments retournent dans le sang après avoir exercé leur phagocytose dans le tube digestif; d'ailleurs on les observe un peu partout dans le corps, associés à d'autres amibocytes cinq ou six fois plus petits; ils forment même des petits amas irréguliers dans la tunique au contact immédiat des organes en régression.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Les croisements chez les Amphibiens au point de vue cytologique.* Note de M. E. **Bataillon**, présentée par M. Yves Delage.

Dans un travail antérieur [1] j'ai marqué un fait essentiel à la base de ces études sur les croisements : *Tous les œufs mûrs employés dans mes combinaisons* (*Rana fusca, Bufo vulgaris, Bufo calamita, Pelodytes punctatus, etc.*) *ont leur deuxième figure polaire en métaphase à la périphérie quand je les mets au contact du sperme.* Si le matériel vierge reste dans l'eau, cette deuxième figure se retrouvera inerte au même point jusqu'à vacuolisation de l'œuf. Quel que soit le cas considéré (car les cas possibles sont nombreux comme on va le voir), la division ne commence que si le noyau femelle rétrograde vers le centre. Ce retour, avec un état particulier du plasma qui en est la condition, paraît suffire à la mise en branle, la conjugaison avec le pronucleus mâle étant quelque chose de surajouté. Je ne vise pas la parthénogenèse artificielle comme on pourrait le croire, mais bien les croisements en question, dont les résultats concordent merveilleusement avec ceux de la parthénogenèse.

Le croisement aboutit à des larves dans les combinaisons suivantes :

$$\frac{\textit{Bufo calamita} ♂}{\textit{Bufo vulgaris} ♀}, \quad \frac{\textit{Bufo vulgaris} ♂}{\textit{Bufo cal.} ♀}, \quad \frac{\textit{Pelodytes punctatus} ♂}{\textit{Bufo vulg.} ♀}.$$

[1] E. Bataillon, *Sur l'émission des globules polaires chez* Rana fusca (*C. R. de la Soc. de Biologie*, 18 mai 1907).

Il n'en est pas de même si l'on imprègne *Bufo vulg.* ♀ ou *Bufo cal.* ♀ avec le sperme de *Rana fusca*. La segmentation est ici d'une *grande régularité*, mais se heurte à un obstacle invincible, à la gastrulation. Il y aura lieu de rechercher les conditions de cet arrêt. Mais dans tous les cas qui précèdent j'ai pu suivre la pénétration du spermatozoïde et l'émission du deuxième globule, la formation du spermaster, le cheminement des deux pronuclei et leur fusion sur la première figure cinétique. Cette étude sera détaillée dans un Mémoire d'ensemble dont les matériaux s'accumulent depuis 3 ans.

Arrêtons-nous sur des associations plus curieuses, entre Urodèle et Anoure : $\frac{\textit{Triton alpestris} ♂}{\textit{Pelodytes punctatus} ♀}$, $\frac{\textit{Triton alpestris} ♂}{\textit{Bufo cal.} ♀}$.

J'ai signalé la première il y a 2 ans [1] comme une imprégnation sans conjugaison nucléaire. Mise en branle par le contact du spermatozoïde, l'évolution, abortive du reste, est dirigée par le seul pronucleus femelle. Il m'est arrivé de voir un spermatozoïde engagé par sa tête dans la couche périphérique du cytoplasme. Mais j'ai pu constater aussi l'accumulation d'un grand nombre d'éléments mâles déformés et gonflés au-dessous de la membrane vitelline, accolés au plasma. Au bout de 20 minutes, 30 minutes au maximum, *tous les œufs* effectuent leur rotation comme dans la fécondation pure ; j'ajoute que sur tous *la figure polaire entre aussitôt en anaphase*. L'achèvement de cette cinèse est synchrone de la rotation, et celle-ci répond ellemême à une expulsion de fluides qui détachent et soulèvent la membrane vitelline. D'où vient la libération de ces fluides qui réhydratent le hyaloplasme tassé aux pôles de la figure d'émission et déterminent une inversion brusque des courants cinétiques : le reflux des anses vers les pôles après le flux à l'équateur ? Dans la fécondation pure chez le *Pelodyte,* le tassement et l'orientation du hyaloplasme au spermaster marque d'une dépression superficielle très nette une expulsion localisée. Cette dépression se voit très bien à l'œil nu en un point plus ou moins excentrique du pôle supérieur au bout de 30 ou 45 minutes. Ici, il n'en est plus de même ; l'addition plasmatique fait défaut, il n'y a pas de spermaster.

La libération du liquide qui détache la membrane n'est pas localisée; elle paraît avoir pour *primum movens* l'hydratation et la transformation granuleuse des spermatozoïdes étrangers. Elle répond certainement encore à un changement d'état du cytoplasme qui devient plus perméable.

En tout cas, l'inertie de la deuxième figure polaire en métaphase n'est que l'exagération d'un fait commun aux divisions ordinaires où le stade *plaque équatoriale* peut durer à lui seul autant que les autres périodes cinétiques réunies. Toute théorie de la cinèse doit tenir compte du renversement des forces cinétiques au début de l'anaphase, et ce changement, notre cas spécial paraît de nature à l'éclairer.

([1]) E. Bataillon, *Imprégnation et fécondation* (*Comptes rendus,* 11 juin 1906).

Dans le croisement $\frac{\textit{Triton alpestris} ♂}{\textit{Bufo cal.} ♀}$, c'est encore l'*imprégnation* sans conjugaison nucléaire, sans amphimixie, mais *plus tardive, plus irrégulière.* L'irrégularité peut être rapportée à l'épaisseur plus grande de la gangue, laquelle était aussi réduite que possible sur l'œuf de *Pelodyte. Mais ici, ce n'est plus un pronucleus femelle qui revient vers le centre puisque le deuxième globule n'est pas émis.* La figure cinétique se détache du bord de l'œuf, le noyau se reconstitue au repos pendant le retour; et l'évolution abortive partira d'un fuseau restauré, à radiations presque nulles, tronqué à la façon d'une figure polaire. En pareil cas, il semble y avoir nécessairement plusieurs divisions nucléaires avant l'apparition d'un clivage protoplasmique irrégulier.

Voilà deux cas qui se ressemblent par certains côtés, puisque le noyau de l'œuf dirige à lui seul une série de divisions plus ou moins anormales rappelant ce que me donnaient les traitements parthénogénésiques. Mais, dans le premier, les mouvements consécutifs à l'imprégnation se dessinent avec une régularité impressionnante et dans les mêmes délais que sur la fécondation pure. Il n'en est pas de même avec l'œuf de *Calamite.* Dans l'un des cas, c'est bien le pronucleus femelle issu de la deuxième division polaire qui dirige tout; dans l'autre, la figure polaire passe au repos avant de se reconstituer au milieu de l'œuf avec son allure caractéristique. C'est à ce deuxième mode que correspondrait la parthénogenèse provoquée chez les Anoures : ici, comme là, je n'ai jamais pu voir la deuxième émission. *Développement régulier aboutissant à des larves; stéréoblastulas issues d'une segmentation d'apparence normale et impliquant, elle aussi, une amphimixie vraie; segmentations abortives régies par le pronucleus femelle ou par la deuxième figure polaire reconstituée au centre de l'œuf : les croisements chez les Amphibiens nous présentent tous les cas possibles.* J'ajoute que ces cas ne sont point isolés les uns des autres, comme une étude détaillée l'établira. Voici un seul exemple. La combinaison $\frac{\textit{Pelodytes} ♂}{\textit{Bufo vulg.} ♀}$ fournit : des œufs non imprégnés avec leur figure polaire inerte, des œufs segmentés suivant le type parthénogénésique, des larves ne représentant jamais plus de $\frac{1}{10}$ du stock, des stéréoblastulas. Il y a même là telle forme de blastules qui mérite une étude attentive : j'ignore si elle peut conduire à des larves. L'ébauche comprend deux moitiés nettement distinctes, bien différentes par l'allure du plasma et des enclaves, différentes surtout par la taille des cellules et des noyaux. Inévitablement viennent à l'esprit la *relation nucléoplasmatique d'Hertwig* et les faits de *fécondation partielle* signalés par Boveri. Mais la question ainsi posée comporte un examen suivi des stocks et des combinaisons chromatiques : je l'aborderai dans une prochaine Communication.

RADIOGRAPHIE. — *Sur l'orientation anatomique en radiographie.* Note de MM. A. **Rieffel** et **Maxime Ménard**, présentée par M. Edmond Perrier.

Nous nous proposons de signaler, rapidement et sans entrer dans les détails, l'importance que présente en radiographie l'orientation anatomique, autrement dit la position précise de la région ou de l'organe à étudier vis-à-vis de la plaque sensible et de l'ampoule radiogène, afin de mettre fidèlement en évidence tous les détails nécessaires. Cette position, que la radioscopie ne saurait déterminer dans toutes les circonstances, est une position bien définie pour chaque cas particulier. Elle constitue un facteur capital, duquel dépend l'exactitude de la projection. Le négliger, c'est commettre une grosse faute de technique; c'est s'exposer à des interprétations erronées, susceptibles d'entraîner, au point de vue pratique, les plus graves conséquences.

La radiographie d'un organe, d'un viscère ou d'une région orientée sans méthode peut *simuler* des déplacements, des déformations, des lésions ou, au contraire, les *masquer*.

Les radiographies, *sur le cadavre et sur le vivant*, que nous avons l'honneur de présenter, nous paraissent démontrer de la façon la plus manifeste ce que nous avançons.

Première démonstration. — Voici d'abord les radiographies du *bassin d'un même sujet*. L'épreuve n° 1 figure, aussi bien pour le côté gauche que pour le côté droit, des détails anatomiques comparables entre eux au double point de vue de leur forme et de leur architecture.

Il n'en est pas de même pour l'épreuve n° 2, prise en fausse orientation anatomique et donnant à s'y méprendre l'aspect d'un type de bassin oblique ovalaire. Enfin l'examen des cols des deux fémurs sur l'épreuve n° 1 démontre qu'ils sont normaux; sur l'épreuve n° 2, le col du fémur gauche paraît écrasé, comme s'il avait été fracturé et s'était consolidé en position vicieuse.

Deuxième démonstration. — Les lésions simulées sur la radiographie n° 2 peuvent paraître faciles à obtenir avec une région aussi vaste que le bassin. Pour prévenir cette objection, nous avons expérimenté sur le poignet qui semble, par sa faible épaisseur, son étendue restreinte et l'adhérence presque immédiate de son squelette à la plaque, ne pas permettre la simulation d'une lésion quelconque.

Si nous comparons les radiographies n°s 3 et 4, nous constatons que la première représente une main et un poignet normaux. La seconde est celle de la *main et du poignet de la même personne*. Sur cette dernière, on reconnaît des modifications importantes, siégeant sur l'extrémité proximale des deuxième, troisième et quatrième métacarpiens; sur la deuxième rangée des os du carpe; sur l'extrémité inférieure du

cubitus, qui paraît volumineuse et altérée dans sa texture; enfin sur la configuration de la cavité glénoïde du radius.

Troisième démonstration. — Les radiographies 5 et 6 concernent une fracture de la phalangine de l'auriculaire avec un double déplacement dans le sens antéro-postérieur et latéral. La radiographie n° 7 nous montre cette *même fracture* avec un très léger déplacement et simulant l'ankylose de la phalange et de la phalangine.

Quatrième démonstration. — Les radiographies 8 et 9 sont celles de la *même épaule* d'un enfant de 6 ans. L'épreuve 8 ne présente rien d'anormal, tandis que l'épreuve 9 simule une luxation de la tête humérale.

Sans insister davantage, nous estimons que, dès à présent, nos recherches nous autorisent à formuler les *conclusions* suivantes :

Qu'il s'agisse d'anatomie normale ou d'anatomie pathologique, la reproduction d'un organe, d'un viscère ou d'une région à l'aide des rayons X n'est pas une simple photographie; elle constitue, en réalité, pour être applicable à la clinique et à la médecine légale, une opération très complexe. Elle exige pour son exécution, non seulement des notions de Physique, mais aussi des connaissances très précises, dont on n'a pas tenu jusqu'à ce jour un compte suffisant et qui concernent : le développement anatomique du cliché ([1]), *le centrage anatomique* ([2]), *enfin l'orientation anatomique.*

PHYSIOLOGIE. — *Contribution à l'étude de l'audition.* Note de M. Marage, présentée par M. Yves Delage.

Les différentes théories émises pour expliquer l'audition peuvent se ramener à deux :

1° *Pour Helmholtz et ses disciples*, certaines parties du limaçon ne peuvent être influencées que par un seul son de hauteur déterminée; lorsqu'il se produit une vibration complexe, l'oreille en fait l'analyse comme en Mathématiques on fait l'analyse d'une courbe périodique continue, au moyen de la série de Fourier. Malheureusement le limaçon n'existe pas chez les oiseaux qui sont des chanteurs excellents et qui, cependant, entendent et s'entendent chanter; de plus cette hypothèse ne s'est pas trouvée confirmée par les expériences que j'ai faites sur les *Mysis* au Laboratoire de Roscoff ([3]).

2° *Pour d'autres auteurs*, tous les filets nerveux seraient également impres-

---

([1]) Maxime Ménard, *Comptes rendus* du 6 juillet 1908.

([2]) Maxime Ménard, *L'épaule en radiographie* (*Revue d'Orthopédie*, juillet 1907).

([3]) *Comptes rendus*, 6 novembre 1905.

sionnés et ce seraient des centres nerveux différents situés dans le cerveau qui réagiraient différemment.

Je vais chercher aujourd'hui si cette deuxième hypothèse concorde avec les faits d'ordre anatomique et pathologique que nous connaissons.

I. *Faits d'ordre anatomique.* — L'oreille interne ne se compose pas seulement, comme on l'enseigne dans beaucoup d'ouvrages classiques, du vestibule, des canaux semi-circulaires et du limaçon avec les terminaisons nerveuses qui s'y trouvent; il faut comprendre dans ce terme *oreille interne*

Fig. 1.

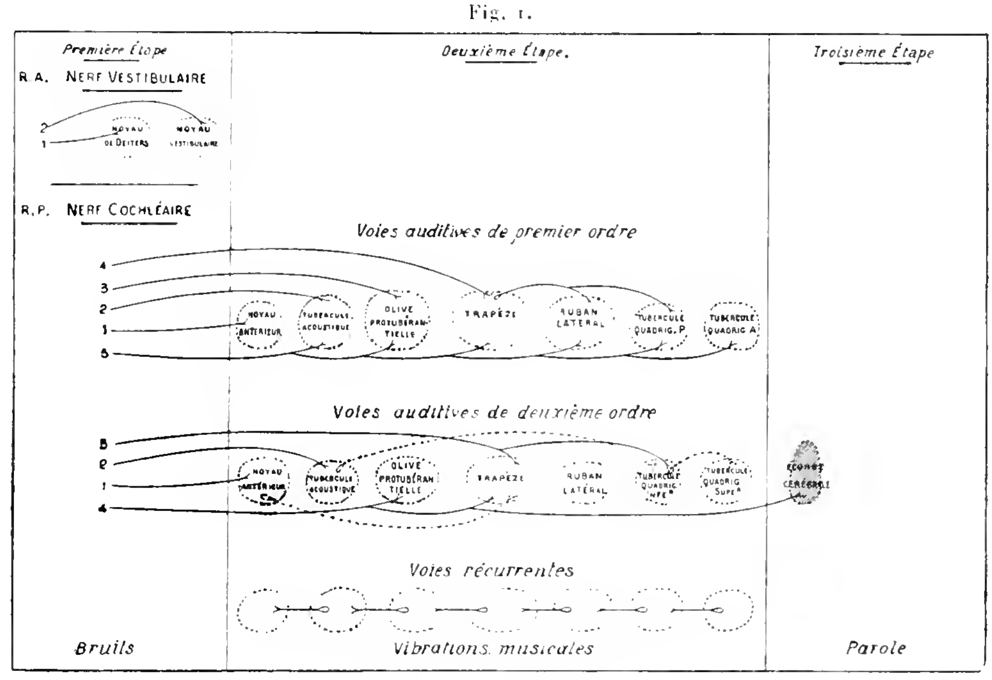


Schéma des voies auditives centrales.

les terminaisons réelles dans le cerveau des deux branches vestibulaire et cochléaire qui constituent le nerf auditif; le nerf vestibulaire qui correspond à la racine antérieure se termine dans le noyau de Deiters et dans le noyau vestibulaire; la racine postérieure ou nerf cochléaire est beaucoup plus complexe, elle aboutit par diverses branches à huit noyaux différents. Bechterew a divisé ces différents rameaux en voies auditives centripètes de premier et de second ordre qui font communiquer, soit entre eux, soit directement avec le limaçon, les différents centres; de plus, il existe des voies récurrentes ou centrifuges qui font communiquer entre eux les différents noyaux cellulaires; le schéma ci-dessus montre l'importance énorme de

ces différents centres cérébraux par rapport aux terminaisons nerveuses du limaçon.

2. *Faits d'ordre pathologique.* — Comme il était impossible de faire des expériences directes, j'ai réuni, depuis 8 ans, un grand nombre d'observations, plus de 700, sur des mesures d'acuités auditives.

On peut maintenant, avec les appareils que j'ai déjà présentés ici, déterminer exactement la hauteur, le timbre et l'intensité des sons que l'oreille peut entendre.

Je vais résumer, en quelques lignes, les résultats obtenus :

a. On rencontre souvent des sujets qui entendent les *bruits* les plus faibles, mais qui sont complètement sourds pour la musique et pour la parole.

b. On en rencontre d'autres qui entendent les bruits, la musique et la parole, en tant que vibration musicale, produite par le timbre de chaque voix, mais qui ne la comprennent pas.

Ces deux sortes de surdité sont provoquées le plus souvent par des méningites diagnostiquées avec les méthodes précises dont on dispose aujourd'hui dans les laboratoires.

c. Il existe d'autres sujets, généralement atteints de syphilis, chez lesquels la surdité a évolué rapidement, de manière à devenir absolue en 24 heures ; chez un malade par exemple, la surdité a évolué de la façon suivante : la surdité commence à 11^h du soir par la disparition de l'audition de certains instruments d'un orchestre, les violons ; 2 heures après, aucun son musical n'est entendu, mais la parole est très bien comprise ; 8 heures après, la surdité est complète pour toutes les vibrations, bruits, musique, parole.

d. Lorsqu'on développe l'acuité auditive par des moyens appropriés, les phénomènes inverses se produisent : toutes les vibrations ne recommencent pas à être entendues en même temps, et l'amélioration se produit comme s'il s'agissait de différentes oreilles qui ne sont pas sensibles aux mêmes sons.

Explication. — On peut expliquer ces phénomènes de la façon suivante : lorsqu'une vibration de nature quelconque se produit à l'extérieur, toutes les terminaisons nerveuses sont impressionnées par l'intermédiaire de la périlymphe et de l'endolymphe et, suivant qu'il s'agit d'un bruit, d'une vibration musicale ou de la parole, ce sont des centres nerveux de la première, deuxième ou troisième étape (*fig.* 1) qui sont impressionnés.

Si le centre nerveux de la première étape existe seul, le sujet n'entend que les bruits, même les plus faibles ; c'est ce qui se présente à l'état normal chez les animaux inférieurs.

De même si le centre de la troisième étape est le seul à être lésé, le sujet entendra toutes les vibrations, mais il ne comprendra pas la parole.

Le degré de perfection de l'audition est donc lié, non pas tant à l'organe oreille qu'aux centres auditifs et par conséquent au cerveau.

Enfin les voies récurrentes expliquent le retard dans l'audition qu'on observe chez certains sourds-muets. Supposons, en effet, que le corps trapézoïde doive réagir et que les conducteurs centripètes allant à ce centre n'existent plus, la perception du son peut cependant se faire par l'intermédiaire des voies auditives de premier ordre allant aux tubercules quadrijumeaux et des voies récurrentes qui reviennent des tubercules au ruban latéral et de là au corps trapézoïde (*fig.* 1).

Résumé. — La deuxième théorie des centres auditifs est conforme à nos connaissances anatomiques et pathologiques les plus récentes. De plus, elle explique facilement les phénomènes que nous observons. Pour que cette hypothèse devienne une certitude, il faudrait avoir un grand nombre d'autopsies montrant toujours dans le même centre la lésion correspondant au genre de surdité observé ; ces recherches exigeront beaucoup de temps, mais elles ne semblent pas impossibles.

PHYSIOLOGIE. — *Résistance à 100° des hémolysines des sérums préparés. Séparation de l'alexine et de la sensibilatrice par filtration sur sac de collodion.* Note de M. **Albert Frouin**, présentée par M. Dastre.

Bordet a établi que les sérums hémolytiques d'animaux préparés renferment deux substances : l'alexine et la sensibilisatrice. L'alexine est détruite par un chauffage d'une demi-heure à 56°, tandis que la sensibilisatrice résiste à cette température.

Pour étudier la température de destruction de la sensibilisatrice, et la nature même de cette substance, j'ai chauffé des sérums hémolytiques d'animaux préparés à 80°, 85° ou 90° pendant 5 minutes.

Le coagulum formé est divisé et mis en contact pendant 48 heures avec de l'eau salée renfermant 9^g de NaCl par litre. La quantité d'eau salée employée pour l'épuisement du coagulum correspond à la quantité de sérum mis en œuvre. Une partie de l'hémolysine passe en solution.

Dans plusieurs expériences faites dans ces conditions avec du sérum chauffé à 85°, 2^{cm^3} de l'eau salée qui a servi à épuiser le coagulum hémolysent les globules sensibles dans le même temps que $0^{cm^3},4$ de sérum initial.

Pour éviter sûrement l'action hémolytique possible des savons ou de divers corps

gras qui existent dans le sérum, j'ai saturé ce sérum de sel avant de le coaguler à 85° ou 90°. Le coagulum a été mis en contact avec de l'eau salée à 15 ou 30 pour 100 pendant 48 heures.

Le liquide de macération est ensuite dialysé, tout d'abord en présence d'eau distillée pour le débarrasser rapidement de l'excès de sel, puis en présence d'eau salée à 9g par litre. Le liquide dialysé possède un pouvoir hémolytique très marqué.

Dans d'autres expériences, dans le but d'extraire une plus grande quantité d'hémolysine, j'ai ajouté au sérum saturé de NaCl de la glycérine dans la proportion de 1 à 10 pour 100 avant de coaguler ce sérum à 85°. Le coagulum est mis en contact avec de l'eau saturée de NaCl pendant 48 heures. Le liquide provenant de l'épuisement du coagulum, dialysé sur eau distillée, puis sur eau salée, possède un pouvoir hémolytique très net.

Ces faits prouvent que l'alexine et la sensibilisatrice résistent pendant 5 minutes aux températures de 85° et 90°. De plus, cette hémolysine, extraite des coagulums et dialysée, peut être chauffée pendant 10 minutes à 100° sans perdre son pouvoir hémolytique. Cependant elle se détruit en 6 ou 8 jours à la température du laboratoire sous l'influence de l'air et de la lumière.

Les hémolysines extraites des sérums préparés et saturés de sel avant la coagulation sont rigoureusement spécifiques, c'est-à-dire qu'elles n'agissent que sur les globules pour lesquelles l'animal a été préparé.

Les hémolysines extraites de ces mêmes sérums par l'adjonction de glycérine ne sont pas spécifiques, on peut même extraire des hémolysines des sérums normaux.

Toutes ces hémolysines se différencient des hémolysines des sérums frais par leur résistance à 90° ou à 100°.

J'ai pu les identifier avec les hémolysines des sérums frais par filtration sur sac de collodion.

Quand on filtre un sérum hémolytique sur sac de collodion, sous une pression de 10^{cm} à 20^{cm} de mercure, le filtrat n'a aucune action hémolytique; mais il peut acquérir cette propriété par l'addition d'une petite quantité de sérum normal.

Dans les sérums hémolytiques, la sensibilisatrice seule traverse la paroi de collodion, l'alexine reste à l'intérieur du filtre. Il en est de même des sérums normaux. Si l'on filtre du sérum normal sur sac de collodion, le filtrat ne peut pas réactiver un sérum hémolytique chauffé à 56°; tandis que la partie qui reste sur le filtre possède cette propriété réactivante.

Les extraits des coagulums formés par la chaleur dans les sérums hémoly-

tiques se comportent comme les sérums hémolytiques dont ils proviennent, c'est-à-dire que, filtrés sur collodion, ils perdent leur pouvoir hémolytique; la sensibilisatrice seule traverse la paroi de collodion. En effet, le filtrat peut être réactivé par l'addition d'une petite quantité de sérum normal.

PATHOLOGIE. — *Traitement des trypanosomiases chez les chevaux par l'orpiment seul ou associé à l'atoxyl.* Note de MM. A. THIROUX et L. TEPPAZ, présentée par M. Laveran.

Les résultats rapportés dans cette Note concernent seulement la Souma et la trypanosomiase des chevaux de Gambie, dans le traitement desquelles nous avons obtenu des résultats concluants. D'autres trypanosomiases des chevaux sont à l'étude, dans lesquelles le même traitement semble devoir donner également des succès. Nous espérons que la méthode pourra être considérée comme générale dans les trypanosomiases des chevaux.

La médication employée est celle qui a donné à M. le Professeur Laveran et à l'un de nous des résultats excellents sur les cobayes ([1]).

1° *Médication mixte : orpiment-atoxyl.* — L'atoxyl a été administré en injections de 5g sous la peau de l'encolure. L'orpiment a été donné à doses croissantes de 15g à 25g en bols ou en électuaires. Les bols sont de grosses pilules composées d'orpiment, de mélasse et d'une poudre inerte, lycopode, réglisse ou farine. On les porte à la base de la langue en les enfonçant légèrement au bout d'une baguette flexible.

Lorsque les chevaux sont difficiles, on donne le médicament en électuaire, sorte de confiture composée de mélasse et d'orpiment dont on enduit la langue de l'animal jusqu'à ce qu'il ait tout absorbé ([2]).

Les chevaux soumis au traitement mixte ont reçu 15g d'orpiment le 1er jour; 5g d'atoxyl le 3e; 20g d'orpiment le 5e; 5g d'atoxyl le 7e; 25g d'orpiment le 9e; 5g d'atoxyl le 11e; 25g d'orpiment le 13e; 5g d'atoxyl le 15e; 25g d'orpiment le 17e; 5g d'atoxyl le 19e jour.

Les deux premiers chevaux traités ayant présenté une rechute 10 et 13 jours après la dernière dose d'arsenic, nous avons institué un second traitement chez ces animaux et nous avons fait chez les suivants deux traitements séparés par 8 jours de repos,

---

([1]) LAVERAN et THIROUX. *Recherches sur le traitement des trypanosomiases* (*Comptes rendus*, 4 novembre 1907, et *Ann. de l'Institut Pasteur*, février 1908).

([2]) Les animaux qui prennent l'orpiment en électuaire en perdent souvent une petite quantité qui peut être évaluée à 5g au maximum; aussi peut-on, lorsque le médicament est bien supporté, leur donner jusqu'à 30g d'orpiment.

sans attendre la rechute. Les *premières* doses d'orpiment occasionnent quelquefois une légère diarrhée qui oblige à suspendre momentanément l'emploi du médicament ou à le remplacer par une injection d'atoxyl.

2° *Traitement par l'orpiment seul.* — Nous avons suivi, dans ce traitement, une marche analogue à celle que nous avions adoptée pour le traitement mixte; les ingestions d'orpiment étant cependant séparées par 3 jours d'intervalle pour ménager la susceptibilité intestinale de l'animal : 1er jour, 15g orpiment; 4e, 20g; 7e, 25g; 10e, 25g; 13e, 25g; 16e, 25g; 19e, 25g. 8 jours de repos et second traitement.

Deux trypanosomiases différentes : Souma (*Tr. Cazalboui*) et trypanosomiase des chevaux de Gambie (*Tr. dimorphon*) ont été traitées avec succès chez les chevaux par la médication mixte : orpiment-atoxyl; 3 chevaux sur 3 ont été guéris. Il est probable que la M'bori est également curable par ce traitement.

Deux chevaux atteints de Souma ont été traités avec succès par l'orpiment seul; nous pensons que ce médicament, d'un prix peu élevé, suffira pour traiter les trypanosomiases des chevaux, sans avoir recours à l'atoxyl, dont la valeur, en raison des doses qu'il faut administrer, rendrait la médication beaucoup plus onéreuse.

Les expériences que nous sommes en train de poursuivre sur un cheval et un dromadaire atteints de M'bori et sur un cheval atteint de Baléri, nous donneront d'utiles renseignements sur la possibilité d'étendre à toutes les trypanosomiases des chevaux le traitement par l'orpiment seul.

La première dose de 15g d'orpiment suffit, généralement, pour faire disparaître en 24 heures les trypanosomes de la circulation.

Les animaux gravement atteints sont encore le plus souvent curables; mais ils ont une convalescence assez longue, qui peut durer 2 mois. Au contraire, les animaux dont l'état général n'a pas encore beaucoup souffert peuvent souvent fournir, aussitôt après la première moitié du traitement, un travail normal.

GÉOLOGIE. — *Sur la persistance, à travers toute la Corse, d'une zone de contacts anormaux entre la région occidentale et la région orientale.* Note de M. **Deprat**, présentée par M. Michel Lévy.

Poursuivant des recherches entreprises depuis plusieurs années sur la ligne de contacts anormaux qui séparent la Corse occidentale éruptive de la

Corse orientale sédimentaire, comme je l'ai montré [1], j'ai récemment achevé l'étude de cette zone sur les feuilles de Corte S.-E. et de Bastelica N.-E. et S.-E. Actuellement, ayant suivi cette ligne de contact d'un bout à l'autre de la Corse, je résumerais les faits observés de la manière suivante :

Sur la feuille de Bastia, toute la région orientale sédimentaire surplissée a, comme M. Maury y a insisté, confirmant ainsi mes théories, subi un mouvement de déplacement horizontal. Il y a eu contre la Corse cristalline un refoulement intense provoquant l'écrasement total ou partiel des granites et granulites de bordure; en même temps les formations sédimentaires charriées entraînaient dans leur mouvement des masses de roches granitoïdes alcalines [2] qui subissaient un sort analogue; je considère ainsi la masse des granites et granulites de la chaîne du Tende comme n'étant pas en place et formant un vaste lambeau laminé. Puis, plus au Sud, sur la feuille de Corte, la ligne de contacts anormaux se poursuit nettement, ces phénomènes prenant une ampleur considérable; la trace du plan de charriage passe dans la Scala de Santa Regina, puis traverse le massif du Rotondo dont la moitié orientale est entièrement formée des mêmes granites alcalins broyés et laminés avec intensité; sur le revers oriental du col de Manganello, on recueille des granites transformés localement en schistes par laminage; puis la ligne de contact passe par le massif du Monte d'Oro toujours formé en majeure partie des mêmes granites alcalins, avec îlots de types amphiboliques; de là elle oblique au Sud-Est pour contourner le massif du Monte Renoso et longe le flanc ouest de la haute vallée du Taravo, de sorte que toute la ligne des hauteurs considérables des monts de Verde, dont l'altitude moyenne est de 2000^{m}, appartient à des masses déplacées suivant des mouvements de translation horizontale; toutes les coupes qu'on peut relever à travers la vallée du Taravo sont probantes à cet égard : la chaîne du Renoso est formée de granites normaux à mica noir et hornblende, ainsi que le fond de la vallée; mais, sur le flanc oriental de la vallée, les masses de granite précitées supportent 600^{m} de granites et granulites complètement écrasés à la base et dont la partie supérieure, moins laminée, laisse nettement reconnaître les types alcalins à mica noir très mélangés à des types où

---

(1) J. Deprat, *L'origine de la protogine de Corse* (*Comptes rendus*, t. CXLI, p. 151); *Observations sur la protogine de Corse* (*Bull. Soc. géol. fr.*, compte rendu sommaire, décembre 1906).

(2) P. Termier et J. Deprat, *Le granite alcalin des nappes de la Corse orientale* (*Comptes rendus*, 20 juillet 1908).

intervient du mica blanc. Le plan de charriage oblique ensuite par le col d'Agnone (1674^m) jusqu'au col d'Asinao (1682^m) avec des conditions semblables. C'est du reste au col d'Asinao que j'ai observé la coupe la plus remarquable : sur la masse des aiguilles de Bavella repose, à 1930^m d'altitude, un énorme paquet charrié de calcaires blancs pétris de fossiles (*Orthophragmines, Alvéolines, Nummulites*) contre lequel s'appuient des couches schisto-gréseuses, avec poudingues intercalés de flysch, presque verticales; ces couches reposent *sur leur tranche* sur un plan incliné de granites appartenant au socle de la Corse cristalline par l'intermédiaire d'une brèche d'écrasement; mais ce qui est le plus typique, c'est une énorme lame de granite alcalin (P^{te} Mufrareccia 1895^m) venant de l'Est, *charriée sur cet Éocène*.

Ainsi, sur toute la longueur de la ligne de séparation de la Corse cristalline et de la Corse orientale, j'ai pu retrouver les mêmes contacts anormaux et vérifier ce fait que *nulle part on ne peut constater la présence d'un contact stratigraphique normal;* la théorie que j'émettais ici même jadis et à laquelle j'ai vu récemment se rallier les suffrages (¹) se trouve donc pour moi établie d'une façon certaine, à savoir que la Corse orientale entière a été charriée contre le massif cristallin occidental, *la poussée étant toujours venue de l'Est;* quant à l'amplitude du mouvement de translation, je ne crois pas qu'il s'étende sur une très grande longueur; il faut admettre que les racines peuvent se trouver parfois au large à une distance difficile à supputer, mais il serait impossible, et du reste l'hypothèse ne s'impose nullement, de les chercher dans l'Apennin.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Perturbations dans la charge terrestre.* Note de M. **Albert Nodon**, présentée par M. Wolf.

J'ai signalé à l'Académie des Sciences (Notes du 16 septembre et du 23 décembre 1907) une nouvelle méthode expérimentale qui permet d'étudier les variations de la charge superficielle du sol.

Cette méthode m'a permis de constater le 2 octobre dernier, dans mon Observatoire de Bordeaux, des perturbations importantes dans la charge terrestre.

(¹) P. Termier, *Remarques sur la direction des plissements et des charriages dans la Corse orientale* (*Bull. Soc. géol. fr.*, 4e série, t. VII, 1907, p. 421).

E. Maury, *Sur la présence de nappes de recouvrement au nord et à l'est de la Corse* (*Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 945).

A 8ʰ du matin, les perturbations électriques étaient de 150 volts par seconde et à midi elles atteignaient 300 volts en moyenne.

Ces perturbations dans la charge terrestre ont concordé avec un *passage* d'activité solaire à la date du 2 octobre, ainsi qu'avec de forts champs électriques observés par M. Marchand à l'Observatoire du Pic du Midi.

Elles ont, en outre, précédé un violent *cyclone* qui a dévasté la Guadeloupe du 2 au 3 octobre, et elles ont également précédé de notables *perturbations magnétiques* enregistrées le 3 octobre à 2^h du matin par le sismographe de l'Observatoire du Parc Saint-Maur.

L'installation prochaine, dans divers Observatoires, d'appareils enregistreurs de la charge terrestre va permettre de généraliser l'étude de ce nouveau mode de prévision des troubles atmosphériques et sismiques.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Variations des latitudes et tremblements de terre.* Note de M. de Montessus de Ballore, transmise par M. Barrois.

On sait comment, il y a quelques années, d'éminents sismologues, Milne, Cancani, de Kövesligethy, etc., ont constaté un certain parallélisme entre les maximums et les minimums d'une part des petites variations de latitudes, et ceux d'autre part des nombres annuels de mégaséismes, de 1892 à 1902, c'est-à-dire de ces grands tremblements de terre qui, ébranlant la masse terrestre tout entière, se font enregistrer aux sismographes sensibles de toutes les stations qui en sont munies. Une telle corrélation entre les deux phénomènes, corrélation d'ailleurs bien plutôt suggérée qu'affirmée, s'expliquerait par des déplacements locaux de masses, produits par ces mégaséismes, et qui entraîneraient des déplacements correspondants des axes principaux d'inertie du globe terrestre. Or on peut faire à cette manière de voir deux objections : l'une de principe, l'autre plus convaincante encore, basée qu'elle est sur des faits d'observation.

On notera d'abord que les mégaséismes qui se produisent chaque année, au nombre de quelques dizaines, ont leur siège en des points différents et très distants des deux grands cercles d'instabilité maxima. Ainsi, en 1906 et 1907, sur le cercle circumpacifique, l'île de Formose, l'Alaska, la Californie, le Mexique, la Jamaïque, la Colombie occidentale et le Chili ont été successivement ébranlés. Par conséquent, pendant cette période, les déplacements polaires correspondants devant se composer suivant la règle ordinaire, leur résultat final sera bien près d'être nul.

Mais, en outre, le tremblement de terre de Californie du 18 avril 1906 permet de préciser au moins l'ordre de grandeur du déplacement polaire correspondant. On sait que ce mégaséisme est résulté de ce que deux compartiments terrestres ont rejoué le long de la faille Steven's Creek-Portolà, sur une longueur d'environ 320^{km} entre Point-Arenas et Chittenden. La revision de la triangulation exécutée par le Coast and geodetic Survey a démontré que les deux compartiments ont participé au mouvement, les déplacements différentiels vertical et horizontal ayant atteint respectivement $1^m 20$ et 6^m, au maximum.

Ces déplacements diminuaient rapidement à mesure qu'on s'éloigne de la faille, de sorte que, par exemple à l'Est, le compartiment compris entre elle et celle parallèle de San José n'a pas été tout entier déplacé. Quoi qu'il en soit, ce sera, si nous nous occupons seulement de ce compartiment oriental, se mettre dans des conditions exagérément favorables à ladite corrélation que d'attribuer le déplacement à tout le compartiment, soit sur une largeur de 24^{km}. Quant à la troisième dimension, l'épaisseur du bloc, elle est parfaitement inconnue. On sait toutefois que le tunnel de Wright's, situé à 700 pieds au-dessous de la surface, a été aplati et désorganisé. Toute la sismologie moderne plaide contre les profondeurs exagérées attribuées aux foyers séismiques et déduites des anciennes méthodes de Mallet et de ses continuateurs. Prenons cependant une profondeur, ou une épaisseur du bloc, de l'ordre de grandeur auquel conduisaient ces méthodes, soient 100^{km}, et appliquons au mouvement vertical de ce bloc les formules de Tisserand (*Méc. cél.*, t. II, ch. XXIX). Le déplacement polaire résultant sera de $282^m \times 10^{-6}$. C'est un infiniment petit par rapport aux erreurs d'observation des latitudes, et le déplacement horizontal différentiel des deux blocs conduisait à un résultat du même ordre de grandeur.

Ainsi, indépendamment de l'objection de principe opposée plus haut à la possibilité d'une corrélation entre les petites variations de latitude et la fréquence des mégaséismes, la théorie appliquée aux faits d'observation constatés au tremblement de terre du 18 avril 1906, celui qui cependant a produit sur le relief terrestre les plus grandes perturbations reconnues jusqu'à ce jour, est tout à fait contraire à la suggestion dont il s'agit, et il y a lieu de considérer le parallélisme des graphiques des deux ordres de phénomènes, entre 1892 et 1902, comme une coïncidence fortuite, puisque les effets calculés sont négligeables devant les erreurs d'observation dans la détermination des latitudes.

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 octobre 1908.

De la méthode dans les Sciences, par MM. les professeurs H. Bouasse, Pierre Delbet, E. Durkheim, A. Giard, A. Job, F. Le Dantec, L. Lévy-Bruhl, G. Monod, P. Painlevé, Émile Picard, Th. Ribot, J. Tannery, P.-F. Thomas. Paris, Félix Alcan, 1909; 1 vol. in-12. (Hommage de M. Émile Picard.)

Cristallographie : Déformation des corps cristallisés, groupements, polymorphisme, isomérie, par Fred. Wallerant, Membre de l'Institut. Paris, Ch. Béranger, 1909; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Contribution à l'histoire stratigraphique et tectonique des Pyrénées orientales et centrales, par Léon Bertrand. Paris, Ch. Béranger, 1908; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Michel Lévy. Hommage de l'auteur.)

Thermodynamique à l'usage des ingénieurs, par Aimé Witz, Correspondant de l'Institut. 3e édition. Paris, Masson et Cie; Gauthier-Villars, s. d.; 1 vol. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Contribution à l'étude des Annélides Polychètes de la mer Rouge, par M. Charles Gravier. (Suite : 4e Partie.) (Extr. des *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle*, t. X, 1908.) Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Notice sur les travaux scientifiques de M. Jean Becquerel. Paris, Gauthier-Villars, 1908; 1 fasc. in-4°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. Charles Janet (accompagnée d'un Supplément manuscrit). Lille, Le Bigot frères, 1902; 1 vol. in-4°.

M. Charles Janet adresse également l'ensemble de ses dernières publications. 13 fasc. de divers formats.

Notice sur les travaux scientifiques du Dr E.-L. Trouessart. Lons-le-Saunier, Lucien Declume, 1901; 1 fasc. in-4°.

Notice complémentaire sur les travaux scientifiques publiés, de 1901 à 1905, par le Dr E.-L. Trouessart. Lons-le-Saunier, Lucien Declume, 1906; 1 fasc. in-4°.

Spectre du fer, par MM. H. Buisson et Ch. Fabry. (*Annales de la Faculté des Sciences de Marseille*, t. XVII, fasc. 3, 1908.) 1 fasc. in-4°. (Hommage des auteurs.)

Le Service géographique de l'Armée adresse 9 feuilles de diverses Cartes éditées en 1908 :

France au 50000e en couleurs : *Lunéville; Bayon.*

Tunisie au 100000e : *Oglat Merteba; Gafsa; El Hamma; Douz.*

Algérie au 200000e : *Bou Thaleb.*

Maroc au 500000e : *Oudjda; Oued Charef.*

Manuel de l'Eau, suite et complément du *Manuel de l'Arbre*, pour servir à l'enseignement sylvo-pastoral dans les Écoles, par Onésime Reclus. Paris, Touring-Club

de France, s. d.; 1 vol. in-4°; exemplaire n° 273. (Hommage de M. Abel Ballif, président du Touring-Club de France.)

Essai sur les principes des Sciences mathématiques, par Louis Delègue. Paris, Vuibert et Nony, 1908. (Hommage de l'auteur.)

Rapports sur l'Industrie et l'Enseignement industriel, par O. Piequet. Rouen, Léon Gy, 1908; 1 fasc. in-8°.

La taille chez les criminels, par Charles Perrier. Lyon, A. Rey, 1908; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La voix de la vérité, par Lucien Ferry. Nantes, 1908; 1 vol. in-12.

Report of the Imperial Department of Agriculture for the years 1905-1906 *and* 1906-1907. Calcutta, 1908; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 28 septembre 1908.)

Note de M. *Louis Henry*, Sur la stabilité relative des groupements polycarbonés cycliques :

Page 559, ligne 4, en remontant, *au lieu de* instantanément, *lisez* exclusivement.

Page 560, ligne 21, *au lieu de* $\begin{matrix} CH^2 \\ CH^2 \end{matrix} \rangle \underset{\substack{| \\ Br}}{C} -$ *lisez* $\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \rangle \underset{\substack{| \\ Br}}{C} -$;

Page 561, ligne 14, *au lieu de* $\begin{matrix} CH^3 \\ CH^2 \end{matrix} \rangle CH$ *lisez* $\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \rangle CH$.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 OCTOBRE 1908.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel**, en présentant à l'Académie la VIe Partie des *Souvenirs de Marine* de l'Amiral *Pâris*, s'exprime en ces termes :

Notre cher et excellent confrère l'Amiral Pâris, que nous avons perdu il y a quinze ans, le 8 avril 1893, avait consacré les loisirs de sa verte et active vieillesse à enrichir les collections de notre *Musée de Marine*, dont il avait été nommé Conservateur en 1871.

Passionnément attaché à notre Marine, dont il avait suivi toutes les transformations dans sa longue et glorieuse carrière, il consacrait toutes ses ressources à faire construire de beaux modèles, exposés aujourd'hui dans les galeries du Louvre, et à publier la collection des *Souvenirs de Marine conservés*, dont la première Partie a paru en 1882, la deuxième en 1884, la troisième en 1886, la quatrième en 1889 et la cinquième en 1892, un an à peine avant sa mort. Dès 1889, il avait assuré à l'Académie les moyens de continuer sa publication, en définissant de la manière suivante la mission que ses Confrères se sont empressés d'accepter :

« L'Académie des Sciences devra recevoir les plans et les éléments (des » bâtiments de toutes sortes et de toutes nations) qui lui seront adressés, » quelle que soit leur provenance.

» Elle décidera quels sont ceux de ces documents qui méritent d'être » reproduits, pour faire suite aux 284 planches qui ont déjà paru.

» L'Amiral exprime le désir que, sous la direction de l'Académie, l'exé- » cution et le débit des nouvelles planches soient confiés à MM. Gauthier- » Villars et fils, imprimeurs des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, » qui ont déjà publié les premières Parties de l'Ouvrage.

» Dans le cas où ces plans et éléments viendraient à manquer, la rente » donnée par M. l'Amiral Pâris serait employée d'une manière assortie au » but qu'il se propose, et l'Académie des Sciences pourrait faire l'acquisi- » tion de livres ou gravures des plans exacts de navires; lesquels livres, » propres à maintenir le souvenir de ces constructions, seraient donnés par » l'Académie des Sciences aux bibliothèques des ports maritimes du Com- » merce ou de l'État. »

Jusqu'au dernier moment, l'Amiral Pâris a veillé à l'exécution de l'œuvre qu'il avait fondée. Après lui, l'Académie, jalouse de remplir dans toute son étendue la tâche si intéressante qui lui avait été confiée, a eu la bonne fortune d'obtenir le concours de deux de ses Membres, deux autorités dans cette belle Science des constructions navales à laquelle elle attache tant de prix. M. de Bussy a donné les sept planches qui portent les nos 343 à 349. Les huit planches qui terminent le Volume ont été préparées par M. Émile Bertin. Toutes les 45 autres avaient été recueillies et gravées par les soins de l'Amiral Pâris. A l'avenir, M. Émile Bertin demeurera seul chargé de la publication. Sous sa direction, nous en sommes assuré d'avance, elle fera le plus grand honneur à l'Académie des Sciences et rendra tous les services qu'en attendait le bon Amiral.

CHIMIE. — *Sur la silice précipitée.* Note de M. **Henry Le Chatelier.**

L'existence d'hydrates de la silice est admise par la plupart des chimistes; on donne même parfois à ces hydrates des formules précises, celle de l'acide orthosilicique par exemple,

$$SiO^2, 2H^2O.$$

Mais, lorsqu'on recherche les faits expérimentaux servant de base à ces affirmations, on n'en trouve aucun. On indique bien des teneurs en eau correspondant à l'acide orthosilicique, mais on en trouverait bien plus encore correspondant à des formules voisines de

$$3SiO^2H^2O$$

et de

$$6SiO^2H^2O.$$

En fait, comme l'a montré M. Van Bemmelen, on trouve, suivant les conditions où l'on se place, toutes les proportions d'eau, depuis $\frac{1}{10}$ de molécule jusqu'à 200 molécules.

La quantité d'eau fixée ainsi par la silice dépend d'un grand nombre de circonstances extérieures, de la tension de la vapeur d'eau dans l'atmosphère ambiante, de la température et en outre de l'histoire antérieure du corps, c'est-à-dire des cycles de transformation qu'il a traversés avant d'arriver à son état actuel. Ce sont là des propriétés assez singulières pour un hydrate, propriétés qui ne se rencontrent même pas dans les zéolites, car leur teneur en eau est entièrement déterminée par les conditions actuelles de température et de tension de vapeur.

L'état gélatineux de la silice n'est pas moins singulier pour un hydrate. Tous ceux que l'on connaît en chimie minérale sont soit solides et cristallisés, soit entièrement liquides.

Enfin il est un fait très remarquable, signalé par M. Van Bemmelen, auquel on n'a peut-être pas accordé l'attention voulue. Il a montré, en interprétant ses expériences au moyen d'explications assez plausibles, que la matière constituant le réseau micellaire des gelées de silice devait avoir une densité notablement supérieure à 2,3, voisine peut-être de celle du quartz. Dans tous ces faits, il n'y a pas une seule preuve expérimentale de l'existence d'hydrates de la silice, à moins d'admettre également que le charbon de bois humide est une combinaison chimique d'eau et de carbone, ce que personne n'a songé à faire jusqu'ici.

J'ai cherché si l'on ne pourrait pas arriver à établir l'existence de véritables hydrates de silice en utilisant une propriété bien connue des hydrates salins.

La silice perd toute son eau par dessiccation à 100° sous la pression atmosphérique ou dans le vide à la température ordinaire. Ses hydrates, s'ils existent, sont donc très peu stables. On sait, d'autre part, qu'un hydrate, dans les conditions de température où il est stable, a une tension d'efflorescence inférieure à la tension de vapeur de l'eau pure ; mais cette tension de vapeur croît plus vite que celle de l'eau, et à une certaine température, d'autant moins élevée en général que l'hydrate est moins stable, ce corps et l'eau ont exactement la même tension de vapeur. Au-dessus de cette température, l'hydrate n'est plus stable ; il se détruit nécessairement, même au sein de l'eau liquide. Ce phénomène se produit par exemple pour le sulfate de soude à 32°, pour le sulfate de chaux à 150°. Il devrait se produire également pour les hydrates de silice à une température relativement peu élevée.

Pour vérifier s'il en est ainsi, j'ai pris des fragments d'une gelée de silice, purifiée aussi complètement que possible de toute trace d'acide chlorhydrique et de chlorure de sodium par un lavage prolongé par diffusion dans l'eau distillée, et j'ai chauffé cette gelée de silice pendant 6 heures en tube scellé à la température de 320°. La destruction d'un hydrate se serait manifestée certainement par un changement d'aspect de la matière, par la précipitation sans doute de quelque matière pulvérulente. L'expérience a été absolument

négative; la gelée de silice a conservé exactement la même apparence et la même consistance après chauffage à 320° qu'avant l'expérience.

Dans l'état actuel, la seule hypothèse plausible est donc d'admettre que la silice ne forme pas d'hydrates, mais existe toujours à l'état anhydre. Il y a d'ailleurs d'autres acides, comme l'acide chromique, qui ne donnent pas d'hydrates en présence de l'eau. La silice précipitée serait dans un état d'extrême division et posséderait toutes les propriétés habituelles des corps très ténus; elle formerait ainsi avec l'eau des pâtes de consistance variable; elle serait beaucoup plus rapidement attaquable aux réactifs chimiques, aux solutions alcalines, par exemple, que le sable quartzeux en raison seulement de sa très grande finesse. Pour le même motif, elle passerait facilement à travers les filtres même après plusieurs évaporations successives, phénomène bien connu en analyse chimique et difficile à expliquer quand on admet l'existence d'hydrates plus ou moins solubles. On serait ainsi conduit à considérer la silice, non plus comme un corps soluble dans l'eau, mais au contraire comme un corps rigoureusement insoluble, dont l'insolubilité même expliquerait l'extrême finesse.

L'existence dans les gelées de silice d'une matière aussi dure que la silice anhydre devait pouvoir être mise en évidence en employant cette pâte pour le polissage de corps durs, comme les métaux; l'expérience a confirmé cette prévision. On a poli facilement du bronze en employant de la silice gélatineuse, obtenue par la décomposition du fluorure de silicium dans l'eau et lavée à l'eau distillée sans la dessécher, ce qui aurait pu donner naissance par agglomération à des grumeaux plus durs.

Enfin, si cette hypothèse est exacte, la silice précipitée doit vraisemblablement être identique à l'une des variétés anhydres, cristallisées ou amorphes, déjà connues, et il doit y avoir moyen de mettre en évidence ces analogies. L'étude de la dilatation, si particulière pour chacune des variétés de silice, permettra sans doute de résoudre le problème ainsi posé.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence du chauffage des urines sur la toxicité urinaire.* Note de MM. **Ch. Bouchard**, **Balthazard** et **Jean Camus**.

Dans des expériences déjà anciennes, l'un de nous avait cherché à apprécier l'influence du chauffage des urines sur la toxicité urinaire. Il nous a paru intéressant de reprendre cette étude en profitant des progrès qui ont été faits dans la mesure des toxicités par injections intra-veineuses, grâce à

l'élimination des erreurs dues au défaut d'isotonie et à la pléthore. Pour effectuer ces corrections, nous nous sommes servis des courbes que nous avons données dans notre étude sur la toxicité urinaire au Congrès international de Médecine de 1900 (Section de Pathologie générale).

Les urines étudiées ont été des urines normales, émises 3 ou 4 heures après le repas de midi et provenant du mélange des urines de plusieurs individus. Ces urines ont été injectées en nature dans la veine marginale du lapin, de façon que la mort survienne en dix minutes environ, puis la même expérience a été répétée avec les urines chauffées pendant 20 minutes à 57°.

Expériences. — 1° Un lapin de 2100^g meurt en 11 minutes après avoir reçu 115^{cm^3} d'urine non chauffée (myosis extrême, convulsions), soit $54^{cm^3},5$ par kilogramme.

Il faut 160^{cm^3} d'urine chauffée pour tuer en 13 minutes un lapin de 2100^g, soit $76^{cm^3},2$ par kilogramme.

Le point de congélation des deux urines est le même et égal à —1°,66. Après corrections, on trouve que 100^{cm^3} de l'urine non chauffée contiennent $1^t,54$ et 100^{cm^3} de l'urine chauffée $1^t,06$ (toxie, *t*, quantité de poison susceptible de tuer un kilogramme).

2° Un lapin de 2160^g est tué en 13 minutes par 195^{cm^3} d'urine non chauffée, soit $90^{cm^3},3$ par kilogramme. Il faut 254^{cm^3} d'urine chauffée pour tuer un lapin de 2210^g, soit 117^{cm^3} par kilogramme. Point de congélation : —1°,30.

100^{cm^3} contiennent donc pour l'urine non chauffée $0^t,88$ et pour l'urine chauffée $0^t,71$.

Quatre autres expériences ont été faites dans les mêmes conditions, dont nous jugeons inutile de reproduire les détails; nous relaterons les résultats dans le Tableau suivant :

	Toxies contenues dans 100^{cm^3} d'urine		Réduction pour 100
	non chauffée, *a*.	chauffée, *b*.	$\frac{a-b}{a} \times 100$.
	t	t	
I	1,54	1,06	31,1
II	0,88	0,61	30,7
III	1,87	1,27	32
IV	1,16	0,82	29,3
V	1,10	0,78	29,1
VI	1,46	1,00	31,5

On voit donc qu'il existe dans l'urine des substances toxiques que détruit l'action de la chaleur à 57°, ou qui du moins sont rendues inactives après ce chauffage. Il est même remarquable de constater combien est régulière la diminution de toxicité consécutive au chauffage, puisque dans nos expériences cette réduction a oscillé entre 29,1 et 32 pour 100 de la toxicité initiale (nous parlons de toxicité vraie, c'est-à-dire après correction d'isotonie et de pléthore).

Il résulte de nos expériences que la part de la toxicité qui revient aux substances thermolabiles (au moins lorsque les urines sont émises après le repas de midi et proviennent de sujets normaux) est égale presque au tiers de la toxicité totale.

Il est peut-être excessif d'invoquer seulement l'influence du chauffage pour expliquer la diminution de la toxicité, car l'expérience nous a démontré qu'un autre facteur intervient : l'oxydation de certaines substances urinaires, à haute et même à basse température.

CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur l'action de l'anneau de Saturne.* Note [1] de M. P. STROOBANT, présentée par M. B. Baillaud.

On peut assimiler l'anneau de Saturne à une surface de révolution engendrée par la rotation, autour de l'axe polaire de la planète, d'une courbe plane symétrique relativement au plan de l'équateur de Saturne, que nous prendrons comme plan fondamental. Soient M un élément de masse de l'anneau, M_1 sa projection sur ce plan, O le centre de Saturne, $OM_1 = u$, S un satellite situé dans le plan fondamental, $OS = r$ et $MOS = \varphi$. Désignant par f la constante de l'attraction, par ρ la densité de l'anneau et par $z = \pm f(u)$ l'équation de la courbe méridienne, le potentiel d'un élément de masse sur le satellite sera

$$v = f\frac{\rho\, d\varphi\, u\, du\, dz}{\sqrt{u^2+r^2-2ur\cos\varphi+z^2}}.$$

Le potentiel de l'anneau entier sera, en appelant u_1 et u_2 le plus petit et le plus grand rayon de l'anneau,

$$V = 2f\rho\int_0^{2\pi}\int_{u_1}^{u_2}\int_0^{f(u)}(u^2+r^2-2ur\cos\varphi+z^2)^{-\frac{1}{2}}\,d\varphi\, u\, du\, dz.$$

En développant, en désignant par $b_{\frac{1}{2}}^{(0)}$ et $b_{\frac{3}{2}}^{(0)}$ les coefficients de Laplace $\left(\frac{u}{r}<1\right)$ et en remarquant que, comme il faut intégrer par rapport à φ entre o et 2π, les termes en

(1) Présentée dans la séance du 5 octobre 1908.

$\cos i\varphi$ disparaissent, on aura

$$V = 2\pi f\rho \int_{u_1}^{u_2} \left[\frac{1}{r} b_{\frac{1}{2}}^{(0)} u f(u)\, du - \frac{1}{2.3} \frac{1}{r^3} b_{\frac{3}{2}}^{(0)} u \overline{f(u)}^3\, du \right].$$

Soit W la partie perturbatrice du potentiel; en remplaçant $b_{\frac{1}{2}}^{(0)}$ et $b_{\frac{3}{2}}^{(0)}$ par leur valeur, on obtiendra

$$W = 2\pi f\rho \left\{ \frac{1}{r^3} \left[\frac{1}{2} \int_{u_1}^{u_2} u^3 f(u)\, du - \frac{1}{3} \int_{u_1}^{u_2} u \overline{f(u)}^3\, du \right] \right.$$
$$\left. + \frac{1}{r^5} \left[\frac{1}{2} \left(\frac{3}{4}\right)^2 \int_{u_1}^{u_2} u^5 f(u)\, du - \frac{1}{2} \frac{3}{2} \int_{u_1}^{u_2} u^3 \overline{f(u)}^3\, du \right] \right\},$$

en s'arrêtant aux termes en $\frac{1}{r^5}$.

En remplaçant r^{-3} et r^{-5} par leur valeur tirée de

$$r = a \left\{ 1 - e\cos(nt + \varepsilon - \varpi) - \frac{e^2}{2} [\cos 2(nt + \varepsilon - \varpi) - 1] \right\},$$

on aura, en se bornant aux termes séculaires de la fonction perturbatrice,

$$W = 2\pi f\rho \left\{ a^{-3} \left(1 + \frac{3}{2} e^2\right) \left[\frac{1}{2} \int_{u_1}^{u_2} u^3 f(u)\, du - \frac{1}{3} \int_{u_1}^{u_2} u \overline{f(u)}^3\, du \right] \right.$$
$$\left. + a^{-5}(1 + 5e^2) \left[\frac{1}{2} \left(\frac{3}{4}\right)^2 \int_{u_1}^{u_2} u^5 f(u)\, du - \frac{1}{2} \frac{3}{2} \int_{u_1}^{u_2} u^3 \overline{f(u)}^3\, du \right] \right\},$$

d'où en substituant $\left(\frac{\partial W}{\partial e}\right)$ dans les équations de Lagrange, M étant la masse de Saturne,

$$\frac{d\varpi}{dt} = \frac{3n\pi\rho}{M a^2} \sqrt{1 - e^2} \left\{ \int_{u_1}^{u_2} u^3 f(u)\, du - \frac{2}{3} \int_{u_1}^{u_2} u \overline{f(u)}^3\, du \right.$$
$$\left. + \frac{1}{a^2} \left[\frac{15}{8} \int_{u_1}^{u_2} u^5 f(u)\, du - 5 \int_{u_1}^{u_2} u^3 \overline{f(u)}^3\, du \right] \right\}.$$

L'éclat des différentes zones de l'anneau et les observations effectuées lors de sa disparition ont montré que sa masse semble concentrée dans le tiers extérieur de l'anneau moyen, où il présente une épaisseur relativement grande. On peut assimiler la courbe méridienne à une ellipse dont le grand axe coïnciderait avec le plan moyen de l'anneau et dont le centre serait à une distance u_0 du centre de Saturne.

On a ainsi $f(u) = \frac{\beta}{\alpha} \sqrt{\alpha^2 - (u - u_0)^2}$, $u_1 = u_0 - \alpha$, $u_2 = u_0 + \alpha$, et, en posant $u = u_0 + t$, les intégrales qui figurent dans les expressions précé-

dentes prennent la forme (m pair)

$$\int_{-\alpha}^{+\alpha} \frac{\alpha^2(u_0+t)^{m+1}}{\sqrt{\alpha^2-t^2}}\,dt - \int_{-\alpha}^{+\alpha} \frac{(u_0+t)^{m+1}t^2}{\sqrt{\alpha^2-t^2}}\,dt.$$

En développant et remarquant que

$$\int_{-\alpha}^{+\alpha} \frac{t^m\,dt}{\sqrt{\alpha^2-t^2}} = \pi\,\frac{1.3.5\ldots(m-1)}{2.4.6\ldots m}\,\alpha^m \qquad \text{et} \qquad \int_{-\alpha}^{+\alpha} \frac{t^{m+1}\,dt}{\sqrt{\alpha^2-t^2}} = 0,$$

on trouve

$$\int_{u_1}^{u_2} u^3 f(u)\,du = \frac{\alpha\beta}{2}\pi\,u_0\left(u_0^2+\frac{3}{4}\alpha^2\right) = \frac{\alpha\beta}{2}\pi\,u_0\,\mathrm{K}_1,$$

$$\int_{u_1}^{u_2} u^5 f(u)\,du = \frac{\alpha\beta}{2}\pi\,u_0\left(u_0^4+\frac{5}{2}u_0^2\alpha^2+\frac{3}{4}\frac{5}{6}\alpha^4\right) = \frac{\alpha\beta}{2}\pi\,u_0\,\mathrm{K}_2,$$

$$\int_{u_1}^{u_2} u\,\overline{f(u)}^3\,du = \frac{3}{8}\alpha\beta^3\pi\,u_0,$$

$$\int_{u_1}^{u} u^3\,\overline{f(u)}^3\,du = \frac{3}{8}\alpha\beta^3\pi\,u_0\left(u_0^2+\frac{1}{2}\alpha^2\right) = \frac{3}{8}\alpha\beta^3\pi\,u_0\,\mathrm{K}'_1.$$

D'où, en substituant et en introduisant la masse de l'anneau

$$m = 2\pi^2\rho\alpha\beta u_0,$$

on trouve

$$\frac{d\varpi}{dt} = \frac{3}{4}\,\frac{m}{\mathrm{M}}\,\frac{n}{a^2}\sqrt{1-e^2}\left[\left(\mathrm{K}_1-\frac{1}{2}\beta^2\right)+\frac{15}{4}\,\frac{1}{a^2}\left(\frac{1}{2}\mathrm{K}_2-\beta^2\mathrm{K}'_1\right)\right].$$

Les observations donnent, en prenant pour unité le rayon équatorial de Saturne, $u_0 = 1{,}881$, $\alpha = 0{,}077$ et $\beta = 0{,}007$.

Nous croyons que l'expression obtenue pourrait être avantageusement employée pour le calcul de la masse de l'anneau en se basant sur le mouvement du grand axe déduit de l'observation des satellites, d'autant plus que la dernière disparition de l'anneau a donné l'occasion de mesures nouvelles.

ASTRONOMIE. — *Sur le spectre de la comète* 1908 *c* (*Morehouse*). Note (¹) de MM. **A. de La Baume Pluvinel** et **F. Baldet**, présentée par M. Hamy.

L'un de nous a signalé, en 1902, les avantages que présente l'emploi du prisme-objectif pour l'étude du spectre des comètes faibles. Un appareil très

(¹) Présentée dans la séance du 12 octobre 1908.

lumineux composé d'un prisme de 20° 18', placé en avant d'un objectif double de $0^m,08$ de diamètre et de $0^m,30$ de foyer, a été employé pour photographier le spectre de la comète 1902 *b* (¹). Le même instrument nous a servi, l'année dernière, pour étudier le spectre de la comète *d* (Daniel), et enfin il nous a permis, ces jours-ci, d'obtenir le spectre de la comète *c* (Morehouse). Les spectres des comètes Daniel et Morehouse ont été photographiés tous les deux sur des plaques au pinacyanol fournies par la maison Wratten et Wainwright. On a donc opéré, pour ces deux comètes, dans des conditions aussi semblables que possible, ce qui permet de tirer des conclusions valables de la comparaison des résultats obtenus. Disons tout de suite qu'il existe des différences très profondes entre les spectres des deux comètes.

La comète Daniel avait donné un spectre continu intense s'étendant du rouge à l'ultra-violet, et présentant trois condensations principales très marquées, dont deux correspondaient à des bandes du spectre des hydrocarbures et une à la troisième bande du spectre du cyanogène λ 388. Dans le spectre de la comète Morehouse, au contraire, on ne trouve aucune trace de spectre continu, mais on aperçoit sept images monochromatiques bien distinctes de la comète. Ces images sont comprises dans les parties bleue, violette et ultra-violette du spectre. La comète Morehouse, contrairement à la comète Daniel, n'émet donc que des radiations très réfrangibles, et sa teinte générale doit être bleue. L'absence de spectre continu semble indiquer que la comète ne réfléchit pas de lumière solaire, car le spectre continu qu'on observe dans certaines comètes est plutôt un spectre solaire dont les raies noires sont trop fines pour être visibles, qu'un spectre d'émission.

Quant aux sept images monochromatiques de la comète, nous en donnons ci-dessous la description. Les longueurs d'onde indiquées sont nécessairement assez incertaines, car le spectre étudié a des dimensions très réduites et les images de la comète sont relativement larges.

465 / 458	faible image sans queue.
448	image plus intense, avec queue.
421	image la plus intense du spectre, fine, avec queue très étendue.
397	noyau et queue un peu moins intenses que dans l'image précédente.
388 / 385	nébulosité très étendue, se dégradant nettement du côté du violet. Queue confuse.
376	image faible, avec queue visible seulement sur le cliché du 5 octobre, et invisible sur celui du 7 octobre, qui est cependant le plus intense.
367	point à peine visible.

(¹) *Comptes rendus*, séance du 23 mars 1903.

Ce qui frappe tout d'abord dans ce spectre, c'est l'absence des raies du spectre des hydrocarbures. La comète Morehouse semble donc faire exception à la règle générale, car on sait que les spectres cométaires présentent toujours les bandes des hydrocarbures. Si ces bandes avaient existé dans le spectre de la comète, elles auraient apparu sur nos clichés, attendu qu'en opérant dans les mêmes conditions, nous avons obtenu avec la comète Daniel des images très intenses correspondant à ces bandes des hydrocarbures.

Si le spectre des hydrocarbures fait défaut, le spectre du cyanogène se trouve au complet. Les trois premiers groupes de ce spectre (λ 460-450, λ 421-415, λ 388-385) sont représentés, et, si les quatrième et cinquième groupes sont invisibles, c'est qu'ils se trouvent dans une région du spectre trop réfrangible pour impressionner les plaques orthochromatiques que nous avons employées. On voit donc que toutes les radiations du spectre du cyanogène qui pouvaient être photographiées dans les conditions où nous avons opéré ont donné des images visibles sur les clichés. Mais ces images ne présentent pas toujours l'aspect qu'on aurait pu prévoir d'après les caractères des spectres obtenus dans les laboratoires. C'est ainsi que l'image correspondant à la bande 421 est très étroite au lieu d'avoir la largeur qu'occupe la bande dans le spectre. Au contraire, l'image correspondant à la bande 368 est étalée autant que la bande des spectres des sources terrestres.

Remarquons que la présence des deux premiers groupes de raies du cyanogène dans le spectre d'une comète est assez anormal; en général, la bande 388 seule est représentée.

On trouve dans la comète Morehouse, ainsi d'ailleurs que dans les deux autres comètes que nous avons étudiées, une radiation qui a pour longueur d'onde 397. La nature de cette radiation est inconnue. En tout cas, il est difficile d'admettre qu'elle soit émise par un composé de carbone (hydrocarbure, cyanogène, oxyde de carbone), parce que sa présence dans le spectre de ces corps romprait l'harmonie de la distribution des bandes.

Enfin, au delà de la radiation 388, une image cométaire très faible, mais non douteuse, apparaît à la longueur d'onde 376, et une autre image, à peine visible, à la longueur d'onde 367. Il est intéressant de rappeler que M. Evershed a signalé la présence, dans le spectre de la comète Daniel, de deux radiations ayant à peu près les mêmes longueurs d'onde : λ 378, λ 369.

Les images monochromatiques de la queue de la comète Morehouse s'étendent à une grande distance du noyau, tandis que les images des queues de la comète Daniel étaient assez courtes, malgré l'intensité relativement grande du noyau. On distingue nettement les images de la queue de la comète Morehouse jusqu'à 34′ du noyau. Au delà, les images monochromatiques empiètent les unes sur les autres et l'on voit, sur le cliché, une

masse nébuleuse qui s'étend jusqu'aux limites du champ de l'appareil, c'est-à-dire à 6° du noyau.

En substituant au prisme de 20° 18′ un prisme de 60°, nous avons obtenu un spectre plus étalé sur lequel on constate nettement que les images de la comète sont toutes doubles. L'image correspondant à la radiation λ 448 est même triple. Ce résultat confirme pleinement les observations de M. Chrétien sur la comète Daniel.

Les clichés qui nous ont servi pour l'étude du spectre de cette comète ont été obtenus les 4, 5 et 7 octobre. La durée de la pose la plus longue a été de 2 heures 35 minutes.

Grâce à l'obligeance de M. C. Flammarion, nous avons pu monter notre spectroscope sur l'équatorial de l'Observatoire de Juvisy. Nous sommes heureux de remercier M. Flammarion de son hospitalité, et nous adressons aussi nos remercîments à M. Quénisset, qui a collaboré à l'obtention des clichés.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur quelques propriétés des surfaces courbes.* Note de M. A. **Demoulin.**

Nous nous proposons d'établir par la Géométrie la propriété des développées des surfaces que nous avons fait connaître dans notre Note du 28 septembre 1908.

Soient σ et σ' les plans osculateurs des lignes de courbure (M_u) et (M_v) en M. Le plan σ étant perpendiculaire à CG′ est parallèle au plan normal à (C'_v) en C′; par suite, lorsque M décrit (M_v), la caractéristique g de σ est parallèle à la caractéristique du plan normal. Cette dernière droite étant l'axe de courbure de (C'_v) est perpendiculaire à ω'; donc g est perpendiculaire à ω'. On démontrera de même que, lorsque M décrit (M_u), la caractéristique g' de σ' est perpendiculaire à ω. Or les droites g et g' sont orthogonales (¹); donc les plans ω et ω' sont rectangulaires.

Le plan σ est tangent en G à la surface (G) décrite par ce point. Si M décrit (M_v), G décrit une courbe (G_v) dont la tangente est GM et la caractéristique g du plan σ est la tangente conjuguée de GM, c'est-à-dire la tangente à la courbe (G_u). De même la droite g' est la tangente à la courbe (G'_v).

(¹) Bricard, *Nouvelles Annales*, 4ᵉ série, t. III, 1903, p. 359.

La droite g a le point G en commun avec le plan ω ; or elle est parallèle à ce plan comme étant perpendiculaire à ω' ; donc g est dans ω. De même, g' est dans ω'.

En réunissant tous ces résultats, on obtient la première partie du théorème :

Les plans ω et ω' sont rectangulaires, et les tangentes aux courbes (G_u) et (G'_v) sont respectivement situées dans les plans ω et ω' et perpendiculaires aux plans ω' et ω.

Par la droite CG, menons un plan quelconque π et, par la droite C′G′, un plan π' perpendiculaire au premier. Désignons par i l'intersection de ces deux plans. Soient (F) la trace sur π du cône isotrope de sommet C′ et (F′) la trace sur π' du cône isotrope de sommet C. Il existe, dans π, une conique (K) tangente en C à CG, symétrique par rapport à i et bitangente au cercle (F), et, dans π', une conique (K′) tangente en C′ à C′G′, symétrique par rapport à i et bitangente au cercle (F′). *Les coniques* (K) *et* (K′) *sont focales l'une de l'autre.* Déterminons en effet la focale de (K) qui est située dans le plan π'. Cette conique, que nous désignerons par (K″), admet i comme axe de symétrie, est bitangente à (F′) et passe par C′. Soit C′T′ sa tangente en ce point. En vertu d'une propriété des coniques focales, les plans CC′T′ et C′CG sont rectangulaires ; or les plans CC′G′ et C′CG sont également rectangulaires ; donc les plans CC′T′ et CC′G′ coïncident, et il en est de même de leurs intersections C′T′ et C′G′ avec le plan π'. La conique (K″) est dès lors définie par les mêmes éléments que la conique (K′) et coïncide par suite avec elle. Les coniques (K) et (K′) sont donc bien focales l'une de l'autre.

Complétons à présent les notations de notre précédente Note. Soient Mx, My les tangentes aux lignes de courbure (M_v), (M_u), et Mz la normale à la surface (M). Désignons par (C) et (C′) les nappes de la développée de (M) décrites par les points C et C′. Soient CN et C′N′ les perpendiculaires à Mz respectivement situées dans les plans xMz et yMz. Ces droites coupent respectivement C′G′ et CG en des points A et A′ dont les projections sur le plan xMy seront désignées par B et B′.

Soit (Σ) la cyclide de Dupin dont les normales s'appuient sur (K) et (K′) et qui touche en M la surface (M). Pour cette cyclide comme pour la surface (M), les droites CG, C′G′ sont les axes de courbure des lignes de courbure qui passent par M. Désignons par (K_p) et (K'_p) les projections des coniques (K) et (K′) sur le plan xMy. Ces couches constituent les contours apparents des deux nappes de la développée de la cyclide (Σ) projetées sur

le plan xMy; donc, en vertu d'un théorème dû à M. Mannheim (*Comptes rendus*, 7 décembre 1874) (1), les centres de courbure des coniques (K_p) et (K'_p) en M sont les points B et B′ (2).

Faisons coïncider les plans π, π' respectivement avec les plans ω, ω' et désignons par (K_0), (K'_0) les coniques (K), (K′) qui correspondent à cette position particulière des plans π, π'. Nous allons démontrer que ces coniques ne sont autres que les coniques (Γ) et (Γ′).

Envisageons le cylindre circonscrit à (C) dont les génératrices sont parallèles à Mz et la normalie développable dont (M_u) est la directrice. La normalie touche (C) suivant (C_u), et la courbe de contact du cylindre et de (C) est tangente en C à (C_u) (3). Coupons le cylindre par le plan osculateur ω de (C_u); *la section plane* (P) *ainsi obtenue et la courbe* (C_u) *auront en* C *même centre de courbure*. En effet, comme l'a fait observer M. Mannheim (*loc. cit.*), la normalie et le cylindre ont en C un contact du second ordre.

La courbe (P) et la conique (K_0) sont situées dans le même plan et sont tangentes en C. *Elles ont en ce point un contact du second ordre*. Pour le démontrer, il suffira de prouver que leurs projections sur le plan xMy ont en M même centre de courbure. Or la projection de la courbe (P) est le contour apparent de la nappe (C); donc, en vertu du théorème de M. Mannheim, rappelé ci-dessus, son centre de courbure en M est le point B.

---

(1) Ce théorème est le suivant : *Les contours apparents des nappes* (C) *et* (C′) *de la développée d'une surface* (M), *projetées sur le plan tangent en* M, *ont pour centres de courbure en ce point les points* B *et* B′. M. Mannheim paraît avoir eu en vue le cas général, celui où les nappes (C) et (C′) sont des surfaces; mais, si l'on définit les points B et B′ comme nous l'avons fait, le théorème et sa démonstration s'appliquent aussi aux périsphères et à la cyclide de Dupin.

(2) On peut déduire de là une construction des centres de courbure des coniques (K) et (K′) en C et C′. Occupons-nous, par exemple, de la conique (K). Soit (H) le cylindre qui la projette en (K_p) sur xHy. La section droite de ce cylindre qui passe par le point C a pour centre de courbure en ce point le point A. En vertu du théorème d'Euler, la section du cylindre (H) par le plan GCN a pour centre de courbure en C un point P situé sur CN et défini par l'égalité $CP \cos^2 CGM = CA$. (Pour construire le point P, il suffit de porter sur Mx un segment MG_1 égal à MG; la perpendiculaire à CG_1 menée par le point d'intersection de cette droite et de AB coupe CN au point P.) Enfin, en vertu du théorème de Meusnier, le centre de courbure de la conique (K) sera la projection du point P sur le plan π.

(3) Pour la brièveté du discours, on a supposé que (C) était une surface, mais le raisonnement qui va suivre s'applique aussi au cas où (C) serait une courbe.

Et d'autre part, d'après ce qu'on a vu plus haut, le centre de courbure en M de la projection de la conique (K_0) est également le point B.

Les courbes (C_u) et (K_0) ayant en C même centre de courbure que la courbe (P) ont même centre de courbure en ce point. On démontrera de même que les courbes (C'_v) et (K'_0) ont même centre de courbure en C'.

Il est clair maintenant que les coniques (K_0) et (K'_0) coïncident respectivement avec les coniques (Γ) et (Γ'). Comme elles sont focales l'une de l'autre, la seconde partie du théorème est démontrée.

Tous les résultats précédents sont confirmés par le calcul; faute de place, nous ne pouvons le montrer ici. Toutefois, nous définirons analytiquement les directions des plans ω et ω'. Si l'on prend comme trièdre de référence mobile le trièdre $\mathrm{H}xyz$ et qu'on conserve toutes les notations de M. Darboux (*Leçons*, II[e] Partie), on trouve que les normales à ces plans ont pour paramètres directeurs

$$\frac{\frac{\partial r_1}{\partial u}}{qp_1}, \quad -\frac{r}{q}\frac{r_1}{p_1}, \quad \frac{r_1}{p_1}; \qquad \frac{r}{q}\frac{r_1}{p_1}, \quad \frac{\frac{\partial r}{\partial v}}{qp_1}, \quad -\frac{r}{q}.$$

Dans ces expressions ne figurent que les quatre quantités $\frac{r}{q}$, $\frac{r_1}{p_1}$, $\frac{\frac{\partial r_1}{\partial u}}{qp_1}$, $\frac{\frac{\partial r_1}{\partial v}}{qp_1}$; celles-ci s'expriment comme il suit en fonction des rayons de courbure principaux R, R' et de leurs dérivées par rapport aux arcs des lignes de courbure :

$$\frac{r}{q} = \frac{\mathrm{R}}{\mathrm{R}'-\mathrm{R}}\frac{\partial \mathrm{R}}{\partial s_2}, \qquad \frac{r_1}{p_1} = -\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{R}'-\mathrm{R}}\frac{\partial \mathrm{R}'}{\partial s_1},$$

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{\frac{\partial r_1}{\partial u}}{qp_1} &= -\frac{\mathrm{R}^2\left(\frac{\partial \mathrm{R}'}{\partial s_1}\right)^2}{(\mathrm{R}'-\mathrm{R})^2} + \mathrm{R}\frac{\partial}{\partial s_1}\left(\frac{\mathrm{R}'\frac{\partial \mathrm{R}'}{\partial s_1}}{\mathrm{R}'-\mathrm{R}}\right),\\ \frac{\frac{\partial r}{\partial v}}{qp_1} &= \frac{\mathrm{R}'^2\left(\frac{\partial \mathrm{R}}{\partial s_2}\right)^2}{(\mathrm{R}'-\mathrm{R})^2} + \mathrm{R}'\frac{\partial}{\partial s_2}\left(\frac{\mathrm{R}'\frac{\partial \mathrm{R}}{\partial s_2}}{\mathrm{R}'-\mathrm{R}}\right). \end{aligned}\right.$$

On voit que les directions des plans ω et ω' dépendent des éléments du quatrième ordre de la surface (M).

L'orthogonalité de ces plans résulte de la formule de Codazzi

$$\frac{\partial r}{\partial v} - \frac{\partial r_1}{\partial u} = -qp_1.$$

En remplaçant dans cette formule $\frac{\partial r}{\partial v}$ et $\frac{\partial r_1}{\partial u}$ par leurs valeurs tirées des relations (1), on obtient une propriété générale des surfaces.

ÉLECTRICITÉ. — *Les ondes dirigées en télégraphie sans fil.* Note de M. A. BLONDEL, présentée par M. Poincaré.

Lorsque MM. Tosi et Bellini ont décrit (*Comptes rendus*, 11 mai) leur système de télégraphie sans fil par ondes dirigées, je n'avais pas cru nécessaire de signaler que j'ai indiqué depuis longtemps le principe des antennes accouplées et des cadres ouverts ou fermés, pour la production d'ondes dirigées, et pour la détermination de l'orientation des signaux reçus; la revendication de M. Turpain (*Comptes rendus*, 5 octobre) m'oblige cependant à rappeler aujourd'hui mon antériorité.

Le principe de l'association d'antennes à phases différentes que j'ai exposé ([1]), et qu'utilisent MM. Bellini et Tosi, constitue, dans le domaine des ondes hertziennes, une application limitée du principe des réseaux (optique); j'ai montré que l'idéal serait de pouvoir disposer dans un même plan toute une rangée d'antennes parallèles régulièrement espacées entre elles d'une demi-longueur d'onde, et soumises à des oscillations décalées aussi d'une demi-longueur d'onde. Mais, dans la pratique, on ne peut exciter à la fois plus de deux antennes dans un même plan par un même oscillateur, condition nécessaire pour le synchronisme. J'ai montré en même temps qu'au lieu de deux antennes reliées par une connexion horizontale, on peut employer des cadres fermés, et en particulier des cadres portant à leur partie supérieure un condensateur, tandis que l'appareil de production ou de réception des oscillations est placé dans le côté inférieur; le ventre de courant se trouve forcément localisé au milieu de celui-ci, puisque le condensateur localise le ventre de tension au point opposé. J'ai exposé aussi qu'il n'est pas nécessaire de maintenir entre les deux antennes une distance égale à la demi-longueur d'onde, bien que, si la distance est moindre, leurs effets utiles se détruisent en partie.

Au lieu de faire tourner le cadre autour d'un axe vertical, pour modifier la direction des ondes émises ou déterminer la direction des ondes reçues, MM. Tosi et Bellini ont fort ingénieusement associé deux cadres dirigés dans des plans perpendiculaires, et reliés à deux bobines également rectangulaires sur lesquelles agit par induc-

---

([1]) *Nouveau système de radiateurs pour la télégraphie sans fil* (*Congrès de l'Association française*, à *Angers*, 1903 : *Mémoires*, p. 538-562).

M. le commandant du Génie Ferrié a bien voulu exécuter à cette époque des expériences de vérification probantes.

tion un circuit excitateur, dont l'induction mutuelle par rapport aux deux cadres peut être modifiée à volonté; ils peuvent faire tourner le plan de concentration des ondes par simple déplacement de la bobine excitatrice; mais le résultat obtenu est identiquement le même et la répartition de l'énergie est exactement la même qu'avec le cadre unique convenablement orienté.

De même, à la réception, un système de deux cadres agissant par induction sur un circuit mobile, qu'on déplace jusqu'à l'annulation de la réception, donne le même résultat qu'un cadre unique qu'on fait tourner jusqu'au minimum du courant induit, mais d'une façon bien plus commode.

La seule difficulté que présente l'application de ces dispositifs réside dans la grande dimension qu'il faut donner aux cadres pour pouvoir mettre en jeu une énergie comparable à celle des antennes simples. C'est pourquoi, toutes les fois qu'il s'agira de concentrer des ondes dans une direction *invariable*, mon dispositif à cadre unique, qui peut être établi sur deux mâts indépendants, est plus puissant que le dispositif à deux cadres.

Quant au champ interférent de M. Turpain, il n'a, je crois, qu'un rapport éloigné avec la question dont il s'agit [1].

ÉLECTROCHIMIE. — *Industrie de la soude électrolytique. Théorie du procédé à cloche.* Note de M. **André Brochet**, présentée par M. A. Haller.

Parmi les méthodes employées pour la fabrication de la soude électrolytique, la plus récente consiste à faire arriver dans le voisinage de l'anode une solution salée qui sort de l'appareil après s'être chargée de soude à la cathode. La soude libérée prend part à l'électrolyse; les premiers ions OH' forment ainsi une *couche limite* qui tend à se diriger vers l'anode. *Si la vitesse du liquide est égale ou supérieure à celle des ions* OH', *le rendement est théorique.*

---

(1) M. Turpain ne s'est pas occupé du champ rayonnant à grande distance, mais seulement du champ hertzien concentré entre deux fils très voisins, ainsi qu'il l'a exposé très clairement dans la *Revue scientifique* du 3 mars 1900 (*fig.* 6, 8, 9, 10 et 11). Ce qu'il appelle le *champ interférent*, c'est le champ obtenu entre deux fils parallèles réunis à deux plaques voisines du *même plateau* de l'excitateur de Hertz, tandis que, dans le champ hertzien ordinaire, les deux fils sont excités par les deux plateaux différents; il est aisé de voir que les oscillations, dans les deux fils du champ interférent ainsi défini, sont en *concordance de phase* et ne peuvent donc produire aucun effet de direction des ondes, c'est-à-dire *concentration* de l'énergie rayonnante au voisinage d'un plan, seul problème qu'on considère ici.

Pratiquement, pour empêcher le chlore de réagir sur l'alcali, on emploie le *procédé à cloche*. Le compartiment anodique a la forme d'une cloche renfermant l'anode, les cathodes sont à l'extérieur et un certain nombre de ces cloches sont réunies dans un récipient commun.

Nous avons cherché à déterminer par le calcul les conditions de fonctionnement d'un tel procédé dans le cas du rendement maximum.

La vitesse d'un ion est donnée par la formule

$$v = \frac{l}{F}\frac{U}{L}.$$

La chute de tension peut être mise sous la forme

$$U = \frac{1}{\varkappa} L d_e,$$

d'où

$$v = \frac{l}{\varkappa}\frac{d_e}{F}.$$

La vitesse de l'anion OH', et par conséquent celle du liquide, au cas où la couche limite reste stationnaire, est donc fonction de la mobilité de l'ion OH', de la densité de courant auxquelles elle est proportionnelle et de la conductivité du liquide à laquelle elle est inversement proportionnelle.

D'autre part, il est facile d'établir, comme l'a fait M. Ph.-A. Guye pour la méthode avec diaphragme, que la concentration équivalente du liquide sortant de l'électrolyseur est proportionnelle à l'intensité du courant et inversement proportionnelle au volume du liquide qui s'écoule. Si ce volume est défini par la section de la cloche et la hauteur h correspondant au déplacement du liquide en 1 heure, la conductibilité équivalente est donnée par l'expression

$$C = \frac{d_e . 10^3}{F h}.$$

Dans le cas où la couche limite reste en place, h vitesse du liquide est égale à v vitesse de l'anion OH' et l'on a finalement

$$C = \frac{10^3 \varkappa}{l_{OH}}.$$

La concentration équivalente du liquide qui s'écoule de l'appareil lorsque la couche limite reste stationnaire est donc fonction uniquement de la conductivité de l'électrolyte à laquelle elle est proportionnelle et de la mobilité de l'ion OH' à

laquelle elle est inversement proportionnelle. Elle est indépendante de la densité de courant et de la nature de l'alcali.

Applications numériques. — Si nous prenons (à 18°) deux solutions renfermant 20 pour 100 de chlorure de potassium ou de sodium et la solution saturée de chlorure de sodium, on trouve ($l_{OH} = 174$) :

KCl.........	$\chi_{18} = 0,2677$	C = 1,538	KOH par litre...	86^g,13
NaCl........	0,1957	1,125	NaOH » ...	45,00
NaCl (sat.)...	0,2156	1,239	NaOH » ...	49,56

Comme dans les procédés à diaphragme, on voit qu'il y a avantage au point de vue rendement à fabriquer de la potasse de préférence à la soude.

Étant donnée la solution de chlorure de sodium saturée à 18°, si nous utilisons une densité de courant de 1 ampère par décimètre carré, l'application des formules précédentes nous conduit aux résultats suivants :

I. Vitesse de déplacement du liquide dans la cloche :

0^{cm}.301 par heure.

II. Vitesse d'écoulement du liquide :

30$^{cm^3}$,1 par heure et par décimètre carré de surface horizontale de cloche.

III. Chute de tension dans la cloche (vers l'anode) :

0,046 volt par centimètre.

Il suffit dans un cas quelconque de multiplier une de ces trois valeurs par la densité de courant pour obtenir la valeur réelle.

Influence de la température. — L'action de la température est la même sur la conductibilité équivalente, la conductivité et la mobilité. Dans le cas présent, conductivité et mobilité se rapportent à des composés différents, mais dans les conditions où l'on opère : solution alcaline étendue, solution de chlorure concentrée, les coefficients de température ont sensiblement la même valeur, environ 2 pour 100 par degré, aussi bien dans le cas de la potasse que dans celui de la soude. L'influence de la température est donc insignifiante au point de vue de tout ce qui touche au rendement. Bien entendu, au point de vue de la différence de potentiel aux bornes et de la dépense d'énergie, on a intérêt à opérer à chaud.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouvelle méthode d'attaque des ferro-alliages et en particulier des ferrosiliciums.* Note de M. **Paul Nicolardot**, présentée par M. H. Le Chatelier.

La nécessité où l'on se trouve, pour attaquer les ferrosiliciums, de les porphyriser et de les maintenir longtemps au contact d'un mélange de sels

alcalins en fusion, rend leur analyse fort ennuyeuse. Il n'est pas rare non plus de voir les creusets de platine se désagréger promptement tant sous l'action des sels alcalins que du silicium. Enfin, il serait avantageux de pouvoir effectuer les analyses de manières différentes.

Après avoir vainement essayé de tous les agents d'attaque, j'ai dû renoncer à l'action du chlore sur l'alliage porté au rouge, parce qu'il est impossible, dans le cas du ferrosilicium, d'arrêter tout le chlorure de silicium; mais à l'aide d'un réactif fort employé dans l'industrie du caoutchouc, le chlorure de soufre industriel, j'ai pu attaquer très facilement les ferro-alliages les plus réfractaires à l'action des réactifs.

Si, en effet, on chauffe du ferrosilicium pulvérisé, même très grossièrement, avec du chlorure de soufre, on voit des bulles gazeuses se dégager vers 70° en très grande abondance. L'attaque s'accélère bientôt et en 3 minutes elle est totale; à 100°, elle est violente, mais des fumées blanches se dégagent en abondance, indiquant le départ du silicium à l'état de chlorure. Avec les ferrochromes, l'attaque est beaucoup plus difficile; elle ne se produit qu'au-dessus de 120°; pour les ferrotitanes, elle commence à 70°.

Au point de vue analytique, il suffit pour recueillir tous les chlorures peu volatils de munir l'appareil (un gros tube à essai) d'un bouchon traversé par un réfrigérant à reflux; mais il n'en est plus de même avec les ferrotitanes ni surtout avec les ferrosiliciums. La valeur de ces alliages étant établie d'après leur teneur en silicium ou en titane, il est nécessaire de peser la silice ou l'acide titanique. Mes essais antérieurs sur l'attaque des alliages au rouge par le chlore m'ont prouvé qu'il ne fallait pas songer à absorber le chlorure de silicium. Il aurait été nécessaire en effet d'employer beaucoup de chlorure de soufre, dont l'odeur est fort désagréable. A l'aide du mode opératoire suivant, il est possible d'attaquer les ferrosiliciums, même à très forte teneur, avec un poids de chlorure de soufre à peine supérieur à trois fois leur poids, dans un appareil en verre de 250^{cm^3}, entièrement clos.

Mode opératoire. — Dans un ballon à fond rond de 250^{cm^3}, bien sec, on introduit $0^g,5$ de ferrosilicium grossièrement pulvérisé; le ballon est fermé par un bouchon en caoutchouc (paraffiné ou non) traversé par un tube en verre muni d'un robinet. La partie inférieure du tube dépasse de quelques millimètres le bouchon et est terminée en sifflet pour assurer l'écoulement complet du chlorure de soufre. Au-dessus du robinet, le tube est formé de deux cylindres de diamètre différent; la partie la plus étroite d'une contenance de 4^{cm^3} est graduée par demi-centimètres cubes; la partie la plus large a un diamètre et une hauteur suffisants pour introduire facilement un bouchon.

Quand l'appareil est ainsi monté, on y fait le vide jusqu'à 20^{cm^3} de mercure et l'on

ferme le robinet. On verse 2^{cm^3} de chlorure de soufre qu'on introduit avec précaution sans laisser rentrer d'air. L'excès de chlorure de soufre est enlevé. On chauffe et, dès que l'attaque commence, on cesse de chauffer. Après refroidissement, le chlorure de soufre qui n'a pas réagi se condense et, en plongeant la partie inférieure du ballon dans l'eau froide, on rend le contact plus intime. En chauffant une seconde fois, l'attaque est terminée.

Dès que l'appareil est refroidi, on introduit quelques gouttes d'eau ammoniacale, d'abord avec précaution, car la réaction est très vive, lorsqu'il reste du chlorure de soufre, puis en assez grande quantité. On continue ensuite à remplir le ballon, au fur et à mesure qu'il se refroidit, avec de l'eau pure.

Quand l'opération a été bien conduite, le ballon est presque totalement rempli et pas une seule trace de chlorure de silicium n'a pu s'échapper. En retournant le ballon, le robinet étant toujours fermé, on assure la décomposition totale du chlorure de silicium.

Il est curieux de voir ces alliages si réfractaires s'attaquer ainsi en moins d'un quart d'heure et de trouver enfermés en vase clos tous les produits de l'attaque. Le lavage des divers éléments est exécuté suivant les méthodes ordinaires. Toute la silice se détache aisément à l'aide d'un agitateur garni de caoutchouc, après lavage avec quelques gouttes d'ammoniaque.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transposition phénylique. Migration du groupe naphtyle chez les iodhydrines de la série du naphtalène.* Note de MM. **Tiffeneau** et **Daudel**, présentée par M. A. Haller.

Les aptitudes [1] migratrices que présente le noyau aromatique, au cours de l'action de I + HgO sur les dérivés aromatiques à chaîne éthylénique, ne pouvaient manquer de se retrouver intégralement chez les dérivés correspondants du naphtalène.

Nous avons en effet réussi à effectuer cette vérification avec les dérivés non saturés les plus typiques : allyl-, isoallyl-, pseudoallyl- et vinylnaphtalène.

α-allylnaphtalène [2] $C^{10}H^7 — CH^2 — CH = CH^2$. — Ce carbure (éb. 265°-267°) a été obtenu par action du bromure d'allyle sur l'éthérobromure d'α-naphtylmagnésium.

---

(1) Ces aptitudes sont multiples ; parmi les principales citons : 1° dans l'addition de IOH, l'aptitude à fixer OH sur le carbone voisin du noyau aromatique ; 2° lors de l'élimination de HI, aptitude à éliminer HI sur un même carbone ; 3° au cours de la transposition, aptitude à émigrer de préférence à tout autre radical aliphatique.

(2) La préparation de ce carbure et l'étude de ses produits de transformation font partie d'un Mémoire spécial sur la synthèse des chaînes allyliques qui paraîtra prochainement au *Bulletin de la Société chimique*.

Sous l'action de HgO + I dans l'éther aqueux, il fixe l'acide hypoiodeux en donnant l'iodhydrine $C^{10}H^7CH^2 - CHOH - CH^2I$; le nitrate d'argent enlève à celle-ci tout son iode à l'état d'iodonitrate d'argent, mais sans formation directe de composé aldéhydique.

α-isoallylnaphtalène (*propénylnaphtalène*) $C^{10}H^7 - CH = CH - CH^3$. — Ce carbure résulte de l'isomérisation du précédent par ébullition avec la potasse alcoolique (éb. 147°-149° sous 15mm, 275°-278° à la pression ordinaire avec polymérisation partielle).

L'action de HgO + 2I sur une molécule de ce carbure en solution dans l'éther aqueux conduit directement à l'*α-naphtyl-2-propanal* $C^{10}H^7CH(CH^3) - CHO$ qu'on isole et purifie par l'intermédiaire de sa combinaison bisulfitique.

Cette aldéhyde déjà décrite par Darzens ([1]) bout à 170°-171° sous 14mm ($d_0 = 1,118$), elle colore le réactif de Schiff; sa semicarbazone fond à 210°; l'acide correspondant, *méthyl-α-naphtylacétique*, obtenu par oxydation argentique, fond à 145°; la structure ramifiée de cette aldéhyde indique qu'il y a eu transposition du naphtyle.

α-pseudoallylnaphtalène (α-méthovinylnaphtalène) $C^{10}H^7 - C(CH^3) = CH^2$. — Ce carbure a été préparé en suivant exactement les données de Grignard ([2]). Soumis en solution éthéro-aqueuse à l'action de HgO + I, il fournit directement, par transposition du naphtyle, l'*α-naphtylpropanone* $C^{10}H^7 - CH^2 - CO - CH^3$; celle-ci ne colore pas le réactif de Schiff, mais elle donne avec le bisulfite de soude une combinaison cristalline que l'eau chaude dissocie; aussi on la purifie par lavages à l'éther. La semicarbazone recristallisée dans le benzène fond à 205°.

α-vinylnaphtalène $C^{10}H^7 - CH = CH^2$. — L'action de l'aldéhyde éthylique sur le bromure de α-naphtylmagnésium fournit divers produits parmi lesquels la distillation dans le vide permet d'isoler après deux fractionnements une portion 135°-138° sous 15mm, riche en α-naphtyléthylène.

L'action de HgO + 2I sur la solution éthéro-aqueuse de ce carbure (1mol) conduit, *directement* et sans faire intervenir l'azotate d'argent, à l'*α-naphtyléthanal* $C^{10}H^7CH^2 - CHO$ qu'on isole et purifie par l'intermédiaire de sa combinaison bisulfitique. Cette aldéhyde colore le réactif de Schiff; éb. 163°-166° sous 13mm. Sa semicarbazone fond à 208°; oxydée par AgOH en liqueur alcaline, elle fournit l'acide α-naphtylacétique ([3]), fusible à 131°.

En résumé, chez les dérivés naphtaléniques, la *migration phénylique* s'effectue exactement dans le même sens que chez les autres composés aromatiques; on constate en effet les mêmes transpositions

$$\overrightarrow{Ar - CHOH - C(HI)} - CH^3 \rightarrow CHO - \underset{\displaystyle Ar}{CH} - CH^3,$$

$$\overrightarrow{Ar - \underset{\displaystyle CH^3}{COH} - CH\ HI} \rightarrow CH^3 - CO - CH^2 - Ar.$$

([1]) Darzens, *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 1342.

([2]) Grignard, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XXIV, p. 486.

([3]) Bössneck, *Berichte*, t. XVI, p. 641.

Par analogie avec ce qui se passe pour le styrolène [1], il faut également admettre qu'avec le naphtyléthylène, la réaction s'accompagne également d'une migration du naphtyle

$$\overrightarrow{C^{10}H^7 - CHOH - CH^2I} \to CHO - CH^2 - C^{10}H^7.$$

Toutefois il convient de remarquer que, tandis que HgO seul ne parvient pas à réaliser la transformation de l'iodhydrine dérivée du styrolène en phénylacétaldéhyde, la transformation analogue est possible avec l'iodhydrine dérivée du naphtyléthylène ; même observation avait déjà été faite par l'un de nous pour le *p.*-méthoxystyrolène [2]. Il s'ensuit que, dans le cas des iodhydrines, les substitutions dans le radical migrateur facilitent [3] notablement la transposition, vraisemblablement en diminuant la stabilité de l'halogène.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une modification de la préparation de la monométhylamine par l'acétamide bromé.* Note de M. **Maurice François**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Dans une Note précédente j'ai essayé de démontrer que la préparation de la monométhylamine par l'acétamide bromé était la méthode qui convenait le mieux lorsqu'on a en vue d'obtenir de la monométhylamine pure; j'ai également montré que le rendement dans cette préparation n'atteignait que 35 pour 100 du rendement théorique. La présente Note a pour but de faire connaître une modification de cette méthode donnant un rendement qui atteint 72 pour 100 du rendement théorique.

On sait que la méthode donnée par Hofmann consiste à préparer, par action d'une solution de potasse à 10 pour 100 sur le mélange de 1^{mol} d'acétamide et de 1^{mol} de brome, une liqueur (solution d'acétamide bromé) qu'on fait réagir sur 3^{mol} de potasse employée sous forme de solution à 30 pour 100 et maintenue à 60°-70° pendant toute la réaction, qu'on exprime ainsi :

$$CH^3 - CO - AzHBr + 3KOH = CH^3AzH^2 + CO^3K^2 + KBr + H^2O.$$

---

(1) Tiffeneau, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. X, p. 347.
(2) Tiffeneau, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. X, p. 349.
(3) Tiffeneau, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXVII, p. 642.

Si l'on chauffe brusquement jusqu'à l'ébullition, avec de la potasse à 30 pour 100, une petite quantité des cristaux qui se déposent par refroidissement de la solution d'acétamide bromé préparée suivant les indications d'Hofmann, tout l'azote passe à l'état de monométhylamine sensiblement exempte d'ammoniaque. C'est là un fait très important. Il n'en est plus du tout de même, comme on l'a vu, lorsqu'on suit la méthode indiquée par Hofmann, c'est-à-dire lorsqu'on remplace les cristaux par la solution.

On peut attribuer cette différence à trois causes :

1° La solution d'acétamide bromé contient une forte quantité d'acétamide non bromé, qui, par le traitement ultérieur à la potasse, donnera évidemment de l'ammoniaque. En effet, si l'on prépare une solution d'acétamide bromé avec 59^g d'acétamide (1^{mol}), 160^g de brome (1^{mol}), 1^{mol} de potasse à 10 pour 100, et si l'on refroidit à 0°, il se dépose abondamment de l'acétamide bromé brut cristallisé (20^g environ). On le sépare par le filtre. A la liqueur filtrée on ajoute 60^g de brome environ, ce qui rend la liqueur brune sans produire ni effervescence, ni échauffement, ni cristaux, puis de la potasse à 25 pour 100 jusqu'à coloration jaune pâle; on refroidit de nouveau à 0°. Il se dépose une quantité d'acétamide bromé au moins égale à celle qu'on avait recueillie en premier lieu.

Le liquide d'où ont été séparés les premiers cristaux en était évidemment saturé pour la température de 0°; celui d'où se sont déposés les seconds était également saturé après leur dépôt; les cristaux déposés en second lieu représentent donc de l'acétamide bromé formé par l'action du brome et de la potasse sur l'acétamide demeuré libre.

2° Dans l'action sur la potasse à 30 pour 100, la solution d'acétamide bromé réagit au début de l'opération sur de la potasse concentrée; mais, à la fin, la potasse a presque complètement disparu et la solution d'acétamide bromé ne rencontre plus qu'une solution de bromure et de carbonate très pauvre en potasse caustique. Ces dernières conditions sont évidemment mauvaises.

3° La température indiquée par Hofmann pour la réaction de la solution d'acétamide bromé sur la potasse à 30 pour 100 (60° à 70°) est trop basse. Hofmann l'a conseillée pour éviter une réaction tumultueuse, explosive et dangereuse; mais on peut constater par expérience, sur de petites quantités, qu'une réaction vive donne toujours plus de méthylamine et moins d'ammoniaque qu'une réaction lente.

Me basant sur ces données, j'ai modifié de fond en comble la préparation.

La solution bromée est préparée au moyen de l'acétamide, du brome, de l'eau et du carbonate de chaux, substance n'ayant aucune action sur le brome, incapable par conséquent d'en absorber pour son compte en formant des hypobromites ou des bromates.

La réaction entre cette solution et la potasse à 30 pour 100 est faite à température élevée. Pour qu'elle soit sans danger, elle s'accomplit, d'une

façon continue et sur de petites portions à la fois, pendant le passage du mélange dans un tube à réaction de petit diamètre plongé dans l'eau bouillante. On remplace d'ailleurs la potasse par la soude.

Préparation de la combinaison bromée d'acétamide. — On place, dans un flacon de 1^l à large goulot, 59^g d'acétamide et 180^g de brome; lorsque l'acétamide s'est complètement dissous dans le brome, on ajoute 400^{cm^3} d'eau et l'on ferme au moyen d'un bouchon à deux trous dont l'un porte un tube droit de 15^{mm} de diamètre environ, long de 10^{cm}, fermé à la partie supérieure par un petit bouchon; l'autre, un tube abducteur destiné à conduire le gaz carbonique dégagé et le brome qu'il entraîne dans une solution de soude qui les absorbe. Soulevant le petit bouchon, on introduit par le tube droit 5^g environ de blanc de Meudon en fragments; on renouvelle l'addition, lorsque l'effervescence est calmée. Finalement, bien que le carbonate de chaux soit en grand excès, l'effervescence cesse. On filtre alors au papier et l'on obtient un liquide rouge clair répondant aux mêmes usages que la solution d'acétamide bromé d'Hofmann.

Lorsqu'on n'emploie que 200^{cm^3} d'eau, la liqueur rouge dépose de gros cristaux rouges que je me réserve d'étudier.

Réaction sur la soude. — La liqueur rouge est versée en filet dans 600^{cm^3} de lessive de soude ordinaire bien froide constamment agitée au moyen d'une baguette de verre. Il se produit ainsi un liquide blanc, rendu trouble et épais par de l'hydrate de chaux précipité. Ce mélange doit être employé aussitôt.

L'appareil qu'on emploie pour le transformer en méthylamine par une réaction vive ne peut être décrit ici en détail. Il consiste en un tube à réaction ouvert aux deux bouts, formé par un tube de verre recourbé plusieurs fois sur lui-même de façon à figurer sensiblement la courbe produite par un diapason sur une surface en mouvement. Ce tube est plongé dans l'eau bouillante; il est suivi d'un matras qui recueille les liquides ayant réagi et de laveurs qui retiennent les bases volatiles entraînées.

Le produit brut de la réaction est traité par un courant de vapeur d'eau qui entraîne la monométhylamine et l'ammoniaque, puis le liquide distillé est privé d'ammoniaque par agitation avec l'oxyde jaune de mercure dans les conditions que j'ai indiquées [1]. Il ne reste plus qu'à distiller à nouveau la solution de méthylamine purifiée et à transformer le produit distillé en chlorhydrate au moyen d'acide chlorhydrique reconnu exempt d'ammoniaque.

Le rendement en chlorhydrate de monométhylamine absolument pur est de $48^g,50$ pour 59^g d'acétamide, soit 72 pour 100 du rendement théorique. La quantité d'ammoniaque contenue dans le produit brut correspond à 5^g de chlorhydrate AzH^4Cl.

L'appareil peut fonctionner d'une manière continue et il est possible d'y traiter en un jour successivement quatre à cinq doses semblables à celle pour laquelle les indications qui précèdent ont été données.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 567.

CHIMIE TINCTORIALE. — *État de matières colorantes en solution.* Note de MM. L. **Pelet-Jolivet** et A. **Wild**, présentée par M. A. Haller.

Les solutions de matières colorantes sont assimilées tantôt à des solutions colloïdales, tantôt à des électrolytes; il importe de fixer exactement leur nature. Dans ce but, nous avons étudié diverses solutions colorantes par la méthode des conductibilités et au moyen de l'ultramicroscope.

Les solutions de colorants basiques, fuchsine, bleu de méthylène, violet cristallisé, safranine, etc., sont des électrolytes; on doit admettre, en solution suffisamment diluée, leur dissociation complète en deux ions, l'ion inorganique Cl, et l'ion organique formé du reste de la molécule.

Le bleu de méthylène au volume équivalent 3200 à 25° donne une conductibilité moléculaire de 113 (unités en ohms réciproques).

Nos résultats confirment ceux obtenus précédemment par Miolati [1] et Hantsch [2].

L'hypothèse d'une hydrolyse même faible doit être éliminée; la recherche de la présence d'ions hydrogène libres par la méthode de Bredig [3] avec l'éther éthyldiazoacétique conduit, pour les colorants basiques, à des résultats négatifs.

Les colorants acides constituent également des électrolytes.

Nous avons trouvé pour quelques-uns de ces produits les conductibilités suivantes :

	Volume équivalent.	Conductibilité moléculaire à 25°.
Acide du ponceau cristallisé	3200	369,9
Sel de Na	1600	89,2
Sel de Mg	2000	81,3
Acide du jaune naphtol S	3200	364,6
Sel de Na	3200	113,1
Sel de Mg	3200	125,4

Dans une étude récente, L. Vignon [4] a obtenu pour quelques colorants acides des résultats analogues.

---

[1] *Berl. Berichte*, t. XXVIII, p. 1696.

[2] *Berl. Berichte*, t. XXXIII, p. 752.

[3] *Chemische Kinetik des diazoessigesters*, etc., Heidelberg, 1907.

[4] *Bull. Soc. chim.*, t. I, 1907, p. 274.

Comme type de colorant direct pour coton, nous avons choisi le rouge Congo (sel de sodium). Ce produit est également un électrolyte; toutefois les mesures de conductibilité sont moins précises; ce fait peut s'expliquer par la présence de traces d'électrolytes difficiles à éliminer, électrolytes qui seraient retenus et adsorbés par les micelles du rouge Congo.

L'acide du rouge Congo forme, lorsqu'il est suffisamment purifié, une solution colloïdale de couleur bleue; ce produit ne possède pas, tout au moins à froid, de propriétés tinctoriales; il présente une conductibilité spécifique excessivement faible, due probablement à la présence de traces d'électrolytes.

L'acide du rouge Congo ne contient pas d'ions hydrogène libres, et l'on doit admettre qu'il n'y a pas dissociation.

A l'ultramicroscope, l'étude d'un grand nombre de solutions colorantes nous amène aux conclusions ci-après : les colorants suivants : fuchsine, roccelline et les colorants directs pour coton, rouge Congo, benzopurpurine, etc., présentent à la concentration de 4 pour 1000 un nombre de micelles suffisants pour qu'on puisse les considérer comme existant à l'état de fausses solutions. Ces résultats diffèrent quelque peu des recherches analogues d'autres observateurs; c'est ainsi que nous n'avons pas constaté de micelles dans le bleu alcalin, produit dont la solution serait très colloïdale d'après Teague et Buxton [1].

En général, la plupart des colorants additionnés de solutions salines et étudiés à l'ultramicroscope permettent de vérifier les règles de coagulation des colloïdes [2]. Suivant la concentration, on constate la formation de micelles ou d'amas granuleux. Dans quelques cas (fuchsine additionnée de sels) on distingue l'accroissement des micelles, et ces micelles, de moins en moins mobiles, se déposent sous forme de cristaux réguliers. Cette dernière observation peut servir d'appui aux vues de P.-P. von Weimarn [3] sur l'état cristallisé de la matière.

Toutefois l'addition d'un électrolyte à une solution colorante peut aussi provoquer une réaction chimique par double décomposition, ce qui rend les observations plus difficiles à interpréter. Enfin l'addition de sels possédant un ion commun à celui du colorant, tels le chlorure de baryum et le bleu de méthylène, déterminera une diminution de solubilité, ce qui est contraire aux règles de précipitation des colloïdes.

En résumé, les matières colorantes existent à l'état dissocié; quelques-unes affectent en même temps l'état colloïdal. L'addition d'électrolytes, par l'action des ions de signes contraires, favorisera le passage de la solution colorante à l'état de fausse solution. Les matières colorantes en solution et dissociées forment des ions de dimensions inégales; l'un, l'ion inorganique Cl, K.

---

(1) *Zeitschrift phys. Chem.*, 1907; voir aussi Freundlich et Naumann, *Kolloid-Zeitschrift*, t. III, 1908.

(2) Maeyer, Scheffer et Terroine, *Comptes rendus*, 1er sem. 1908.

(3) *Kolloid-Zeitschrift*, 1907-1908.

Na, etc., est toujours petit relativement à l'ion organique très gros (poids moléculaire des matières colorantes ≧ 300 environ). Ces ions disparates, si l'on tient compte des règles de l'électrisation de contact de J. Perrin (¹), doivent nécessairement jouer un rôle en teinture.

Ces propriétés paraissent être les caractères distinctifs des solutions de colorants; ces dernières constitueraient en quelque sorte les termes de passage entre les solutions salines ordinaires et les solutions colloïdales.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Cultures saprophytiques de* Cuscuta monogyna. Note de M. **Marin Molliard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

On sait que les différentes espèces de Cuscute présentent, à partir de leur germination, une phase de vie libre à laquelle succède une vie parasitaire; si la jeune plante ne rencontre pas d'hôte sur lequel elle puisse effectuer son développement normal, elle ne subit qu'un allongement plus ou moins considérable de sa tige qui dépérit et se flétrit dans sa région inférieure, au fur et à mesure que les matériaux nutritifs émigrent vers la partie terminale; ce n'est que tout à fait accidentellement, ainsi que l'a constaté Mirande (²) pour le *Cuscuta europæa*, que des suçoirs peuvent commencer à se différencier dans de telles tiges, et dans ce cas ces organes apparaissent dans des régions qui se trouvent au contact de supports solides; on n'a, d'autre part, jamais signalé de formation d'organes floraux dans cette première période du développement de ces Phanérogames parasites.

Nous savons que les plantes vertes peuvent effectuer leur cycle normal d'évolution individuelle quand on substitue au gaz carbonique de l'air des substances sucrées comme source de carbone: il était donc intéressant de se demander comment se comporteraient à cet égard des végétaux parasites, tels que les Cuscutes, lorsqu'on vient à leur offrir comme éléments nutritifs des substances organiques analogues à celles qu'ils vont puiser dans les plantes hospitalières.

J'ai à cet effet entrepris une série de cultures de *C. monogyna* dans des milieux à la fois minéraux et organiques; dans les premières expériences, la partie fusiforme renflée de la plantule, qui avait été mise à germer sur de l'ouate humide, était introduite dans des milieux gélosés ou dans du coton

(¹) *Journal de Chimie physique*, t. II, p. 601; t. III, p. 50.

(²) *Recherches physiologiques et anatomiques sur les Cuscutacées*, 1900.

hydrophile imbibé de solutions nutritives; dans ces conditions le développement avait, à très peu de chose près, la même allure que dans la phase libre des individus germant naturellement; la plante se flétrissait assez vite dans la région qui était en contact avec le milieu nutritif et en devenait, par suite, indépendante; dans certains cas seulement, l'extrémité de la tige retombait sur le substratum et témoignait par la formation d'un renflement accentué, dont la vie se prolongeait, d'une certaine utilisation locale des substances mises à la disposition de la plante.

Pour rendre l'absorption des substances nutritives plus intense, j'ai songé à laisser la tige en contact permanent dans toutes ses parties avec le liquide nourricier; les cultures ont été faites alors dans des tubes remplis de solutions nutritives sur une hauteur de 10^{cm}. Rien n'était modifié dans le développement de la Cuscute lorsque la solution était exclusivement minérale: on n'observait qu'une longue tige verdâtre, très faiblement rosée, à écailles à peine visibles à l'œil nu; mais si l'on ajoutait de 5 à 10 pour 100 de glucose, la tige devenait beaucoup plus épaisse, d'un rouge intense, son développement en longueur était ralenti, les feuilles-écailles étaient plus apparentes, le flétrissement de la partie inférieure était très retardé; je reviendrai ailleurs sur le détail de ces modifications, ainsi que sur celles qui intéressent l'anatomie et qui sont de même ordre que celles que j'ai signalées pour d'autres plantes, cultivées dans des conditions analogues.

Le fait sur lequel je veux attirer plus particulièrement l'attention consiste dans l'apparition de suçoirs sur les tiges qui se développent en présence d'une quantité de glucose voisine de 10 pour 100, ou mieux encore sur celles qui ont à leur disposition une solution contenant, outre des sels minéraux, 5 pour 100 de glucose et 1 pour 100 de peptone ou d'asparagine. Ces tiges sont hérissées, alors qu'elles n'ont encore, par exemple, que 5^{cm} de long, d'une série de petites émergences papilleuses, les *présuçoirs* de Peirce; ils sont disposés d'une façon absolument irrégulière et il est intéressant de noter que leur emplacement ne dépend pas ici d'un phénomène d'irritabilité dû à un contact et qu'on se trouve en présence d'une excitation d'ordre chimique.

Des plantules ont pu rester ainsi plus de deux mois dans des solutions nutritives sans subir de début de flétrissement, ce qui s'explique par une utilisation des matériaux extérieurs, utilisation qui est d'ailleurs corroborée par une augmentation notable du poids sec; mais cependant les tiges finissaient par s'affranchir du liquide et montaient à la surface interne du tube de culture, à laquelle elles adhéraient grâce à l'interposition d'une mince couche liquide; plusieurs, parmi les échantillons dont les tiges se sont ainsi développées en partie dans l'air, se sont terminées par une ou plusieurs fleurs; ce fait est à rapprocher de celui que j'ai signalé pour l'*Ipomœa purpurea* Lmk,

dont les fleurs apparaissent à un stade beaucoup plus précoce, au point de vue morphologique, en présence de glucose.

Jusqu'à présent, je n'ai pu obtenir de graines à partir de ces fleurs, mais du moins, et c'est la conclusion essentielle de cette Note, mes expériences montrent qu'on peut prolonger la vie saprophytique de la Cuscute et remplacer jusqu'à un certain point l'hôte de ce parasite par des substances organiques appropriées, mises directement à sa disposition.

BOTANIQUE. — *Les* Secamone *du nord-ouest de Madagascar.* Note de MM. **Henri Jumelle** et **H. Perrier de la Bathie**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Le nord-ouest de Madagascar (Boina et Ambongo) est riche en Asclépiadées, qui, d'ailleurs, sont presque toutes des lianes ou des plantes volubiles. Quelques espèces seulement, telles que le *Gomphocarpus fruticosus*, si ubiquiste, sont dressées. C'est aussi une tige droite qui s'élève du tubercule napiforme féculent du *Pycnoneurum sessiliflorum* Dne, ou encore des tubercules plus ou moins discoïdaux de certains *Ceropegia* tels que le *Ceropegia scabra* nov. sp. des forêts du Haut-Bemarivo. Mais déjà la plupart de ces *Ceropegia*, qu'ils soient, ou non, à tubercules, sont des lianes, comme le *Ceropegia saxatilis* des bois rocailleux et calcaires. Parmi les *Secamone*, le *Secamone ligustrifolia* Dcne est bien, dans ses parties basses, un arbuste, mais ses rameaux tendent souvent à être grimpants. Et tous les autres *Secamone* de la région, puis les *Camptocarpus*, les *Pontopetia*, les *Sarcostemma*, les *Decanema*, les *Marsdenia*, etc. sont des lianes.

Toutes ces plantes ont des habitats très divers. Les bois sablonneux secs sont les endroits préférés par le *Camptocarpus Bojeri* nob., par le *Decanema Bojerianum* Dcne, liane sans feuilles, par certains *Secamone*, par le *Pergularia africana* Br. A la lisière des bois moins secs croît le *Gymnema rufescens* Dcne; et dans les bois où l'humidité devient plus grande on rencontre le *Tylophora Bojeriana* Dcne, plante sans latex, très amère, à souche pivotante et charnue. Au voisinage des rivières et dans les sables, est commun le *Leptadenia madagascariensis* Dcne. Sur les rocs secs et découverts, le *Sarcostemma implicatum* nov. sp., aphylle comme le *Sarcostemma viminale* Br., couvre les buissons de ses innombrables rameaux intriqués. Sur les rochers aussi, mais au bord de la mer, est l'*Astephanus*

cernuus Dcne; dans les terrains salés du même bord est le *Pentatropis madagascariensis* Dcne, liane herbacée sans latex. Partout, sur tous les sols, croissent, d'autre part, le *Cynanchum Eurychiton* K. Sch., volubile et annuel, et le *Marsdenia truncata* nov. sp., dont les rameaux grêles s'étendent sur tous les buissons, aux alentours des bois.

Mais le genre qui spécifiquement semble le plus largement représenté, et celui dont nous voulons principalement nous occuper ici, est le genre *Secamone*, dont nous connaissons pour le moment neuf représentants dans le Boina et l'Ambongo.

Sur ces neuf espèces, deux seules jusqu'alors ont été décrites, car elles feraient partie aussi de la flore de l'Imerina étudiée par Decaisne; ce sont le *Secamone ligustrifolia* Dcne et le *Secamone bicolor* Dcne. Dans le nord-ouest, les deux plantes semblent, du reste, d'allure plus vigoureuse que sur le plateau central.

Le *Secamone ligustrifolia*, que les Sakalaves d'Andriba nomment *tambonono* (c'est-à-dire *excès du sein*) et qu'ils emploient en décoction pour augmenter la sécrétion lactée, pousse sur les rocs gneissiques des bords de l'Ikopa. Le *Secamone bicolor*, à follicules très grêles, croît dans les bois sablonneux secs d'Ankirihitra.

Ce *Secamone bicolor* est à stigmate long et grêle, profondément bifide. C'est le même stigmate que présente le *Secamone deflexa* nov. sp., très commun aussi dans beaucoup de bois sablonneux du Boina. Dans ce *Secamone*, les feuilles sont largement ovales, la fleur est rotacée, avec de longs lobes corollaires, les appendices staminaux sont des languettes épaisses et étroites qui se recourbent en crochet au-dessus des anthères.

Le style et le stigmate forment dans leur ensemble une sorte de colonne presque régulièrement cylindrique jusqu'au sommet, qui est bilobé, chez le *Secamone brachystigma* nov. sp. et le *Secamone petiolata* nov. sp.

Le *Secamone brachystigma* habite les bois humides des alluvions silico-calcaires; c'est une liane à feuilles ovales étroites, à fleurs petites, avec un tube corollaire de 1^{mm} environ et des lobes aigus de 3^{mm} au-dessous de chacun desquels le tube porte intérieurement deux lignes obliques de poils, qui se rejoignent vers le bas en un angle aigu: les appendices sont des lamelles dont le bord supérieur lobé n'atteint pas le sommet des étamines.

Chez le *Secamone petiolata*, au contraire, ces lamelles se recourbent au-dessus des anthères, qu'elles dépassent; l'intérieur du tube corollaire est garni d'une couronne de poils courts. Les feuilles, ovales aiguës, ou arrondies et brusquement acuminées, ont un pétiole relativement long.

Les deux lignes anguleuses de poils de la corolle du *Secamone brachystigma* se retrouvent, à la base de chaque lobe, dans le *Secamone cristata* nov. sp. des bois secs d'Ankarafantsika; mais une des particularités de cette dernière espèce est la petite

crête, terminée en crochet un peu recourbé, que porte dorsalement chaque appendice en gouttière.

Les poils ont même disposition générale mais sont plus abondants et forment une plage triangulaire dans le tube corollaire du *Secamone alba* nov. sp., à fleurs blanches, des causses de l'Ankara. Ici les appendices sont des lames se recourbant au-dessus des anthères; le stigmate est en forme de massue bilobée, plus haute que large.

Inversement, le stigmate est plus large que haut dans le *Secamone pachystigma* nov. sp., qui a les mêmes appendices que le *Secamone alba*. Les feuilles de cette espèce ont aussi, comme celles du *S. alba*, les ponctuations très nettes que Decaisne a signalées jadis dans plusieurs espèces du genre, et qui sont de grandes cellules oxaligènes, visibles par transparence.

Le *Secamone pachyphylla* nov. sp. a les mêmes appendices étaminaux que les deux *Secamone* précédents, mais le style court s'élargit rapidement en un stigmaté bilobé, à sommet légèrement arrondi, presque plan. Les feuilles sont coriaces, pétiolées et ovales.

En plus de ces *Secamone* nous connaissons actuellement dans le nord-ouest de Madagascar trois *Toxocarpus*, le *T. tomentosus*, le *T. ankarensis* et une espèce à grandes fleurs jaunes du Haut-Bemarivo, le *T. sulfureus* nov. sp.

On sait que les *Toxocarpus* et les *Secamone* sont actuellement les deux seuls genres de la tribu des Sécamonées, caractérisée par ses quatre pollinies pour un rétinacle; mais ajoutons encore ici que la flore de Madagascar a amené l'un de nous à créer un troisième genre, *Secamonopsis*, pour une plante chez laquelle les paires de pollinies sont fixées aux extrémités de caudicules allongés (alors que ces caudicules sont presque nuls dans les deux autres genres). Il s'agit d'une liane à caoutchouc, qui est le *vahimainty* d'Andranopasy et l'*angalora* du sud-ouest, mais qui est donc botaniquement le *Secamonopsis madagascariensis*.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *L'assimilation pigmentaire chez les Actinies.* Note [1] de M. **Georges Bohn**, présentée par M. Edmond Perrier.

En 1898, à Arcachon, j'ai reconnu [2], grâce à des analyses faites, avec la pompe à mercure, sous la direction du Professeur Jolyet, que certains Crustacés marins absorbent de l'acide carbonique et dégagent de l'oxygène.

---

[1] Présentée dans la séance du 12 octobre 1908.

[2] *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 4 novembre 1898.

Depuis sont venues les expériences de la comtesse Maria von Linden sur l'assimilation du carbone de l'air par les chrysalides des Papillons. Mais il y avait déjà longtemps que Geddes avait constaté que des Actinies, les *Anthea cereus*, dégagent de l'oxygène à la lumière; dans ce cas, le fait s'explique aisément par la présence d'algues symbiotes.

Dans mes travaux sur les Actinies [1], j'ai été conduit à l'hypothèse suivante :

Le pigment vert des *Actinia equina* insolé aurait un rôle assimilateur, comme le pigment des *Anthea cereus* (p. 31).... Les Actinies des flaques à Ulves, *héliophiles*, présentent une vitalité maxima vers 3^h de l'après-midi et semblent, du moins les vertes, utiliser les radiations solaires (p. 35)....

A l'appui de cette hypothèse, je n'apportais pas encore de preuves convaincantes; mon opinion était basée sur un faisceau de probabilités.

J'avais employé la méthode de l'inanition progressive : dans une eau constamment privée d'aliments (filtrée à chaque renouvellement), mes Actinies vivaient sans dépérir pendant des temps très longs (plusieurs mois), mais cela seulement dans certaines conditions.

En effet, un état de misère physiologique, qui conduisait parfois l'animal à la mort, était infailliblement provoqué par l'insuffisance, soit de la lumière, soit de l'acide carbonique.

Les *Actinia equina*, disais-je, ont besoin de lumière pour vivre. Celles qui s'épanouissent la nuit le font d'autant mieux qu'elles ont été plus convenablement éclairées dans le jour. Celles qui s'épanouissent sous les rayons du soleil, placées dans une obscurité continue, souffrent, surtout le jour, du manque de lumière, et se ferment.... A l'obscurité complète, les Actinies s'étiolent en quelque sorte; des insolations *ménagées*, *graduées*, rendent la vitalité aux Actinies affaiblies. En éclairant pendant une série de jours de façons diverses les *Actinia equina*, on modèle de façons diverses leur matière vivante, on crée des états physiologiques divers (p. 40).

Voilà pour l'influence de la lumière. L'influence de l'acide carbonique ressort également bien de mes expériences. Quand on renouvelle l'eau très fréquemment de manière à y empêcher l'accumulation de cet acide, malgré la lumière, le dépérissement ne tarde pas à se produire. Cette année encore, à Arcachon, des *Actinia*, placées, à partir du 20 août, dans une mince couche d'eau, très souvent renouvelée et constamment aérée, ont subi un dépérissement progressif, et sont mortes avant la fin de septembre. Au

---

[1] *Les états physiologiques des Actinies* (*Bulletin de l'Institut général psychologique*, 1907).

contraire, les Actinies conservées dans un milieu confiné, bien que privées de nourriture, se sont portées très bien.

Dans le laboratoire du Dr Jolyet, avec le précieux concours de M. Delaunay, j'ai entrepris l'étude des échanges gazeux; les mesures ont porté sur le dégagement de l'oxygène, et la méthode de dosage a été celle d'Albert Lévy et Marboutin (par le sulfate de fer ammoniacal et le bichromate de potasse).

Un lot de cinq *Actinia equina*, d'un brun verdâtre, recueillies sur les pierres du bassin d'Arcachon, *héliophiles*, a été placé dans 1^l d'eau, sous une couche de 10^{cm}: pendant dix jours de suite (septembre 1908), plus de 60 mesures ont porté sur l'eau, renouvelée dans les conditions les plus diverses. Au moment du renouvellement, la température étant de 17° à 20°, la teneur en oxygène était de 8^{mg} à $7^{mg},5$ (état de saturation).

A l'obscurité, quel que soit le taux initial de l'oxygène (au-dessus d'un certain minimum cependant, 3^{mg} environ), mes animaux provoquaient un épuisement d'oxygène presque invariable, $0^{mg},5$ en moyenne par heure; aussi la nuit, ou le jour sous un voile noir, le taux de l'oxygène baissait rapidement (par exemple de $7^{mg},5$ à $1^{mg},3$).

A la lumière, les choses se passaient différemment : l'épuisement de l'oxygène était moindre ou nul, parfois même il se produisait un enrichissement en oxygène.

Ces faits venaient à l'appui de l'hypothèse de la superposition de deux phénomènes : 1° respiration; 2° assimilation pigmentaire sous l'influence de la lumière, en présence de CO^2. J'ai fait alors une série d'expériences calquées sur celles des physiologistes des plantes vertes.

1° *Influence de l'obscurité.* — J'ai déjà dit que la nuit il se produit un épuisement rapide de l'oxygène. Le jour, l'influence du voile noir se montre dans tous les cas manifeste.

Expérience. — 11^h du matin, eau vient d'être renouvelée ($7^{mg},5$ d'oxygène); de 11^h à 4^h, sous voile noir, appauvrissement en oxygène, $0^{mg},56$ par heure; de 4^h à 6^h, à la lumière, appauvrissement en oxygène, $0^{mg},15$ par heure (bien qu'il y ait encore $4^{mg},7$ d'oxygène); à partir de 6^h, nuit, appauvrissement en oxygène, $0^{mg},50$ par heure.

Expérience. — 6^h du matin, eau non renouvelée ($3^{mg},7$ d'oxygène); de 6^h à 11^h, à la lumière, enrichissement en oxygène, $0^{mg},2$ par heure; de 11^h à 2^h, sous voile noir, appauvrissement en oxygène, $0^{mg},4$ par heure.

2° *Influence des anesthésiques.* — J'ai fait une seule expérience en ajoutant du chloroforme à l'eau jusqu'à ce que les Polypes commencent à se fermer; malgré cela, en pleine lumière, l'eau a perdu $0^{mg},6$ d'oxygène par heure, comme s'il y avait obscurité.

S'il est possible de supprimer l'assimilation pigmentaire, il est impossible de supprimer la respiration. Mais on peut réduire beaucoup celle-ci; mes Actinies pouvaient vivre, superbement épanouies, dans des eaux ne renfermant plus guère que 1^{mg} d'oxygène; or, l'aération de l'eau se faisant très

lentement, la respiration se trouvait alors très réduite; en revanche l'assimilation l'emportait. C'est ce qui a eu lieu toutes les matinées; pendant celles-ci, l'eau s'enrichissait en oxygène.

Point de départ : $1^{mg},7$ d'oxygène; enrichissement en ce gaz : $0^{mg},5$ par heure;
Point de départ : $3^{mg},6$ d'oxygène; enrichissement en ce gaz : $0^{mg},1$ à $0^{mg},2$ par heure.

On ne peut pas attribuer cet enrichissement à des organismes vivant dans l'eau ou sur les Actinies; j'ai employé des eaux stériles et j'ai fait des expériences témoins avec la même eau sans animaux (variations de $\pm 0^{mg},1$ en plusieurs heures); dans le mucus des Actinies vivaient des Diatomées; j'ai nettoyé les Actinies en les frottant dans l'eau et j'ai constaté d'ailleurs que l'eau de lavage dégage des quantités insignifiantes d'oxygène.

Il pourrait se faire que le phénomène, que j'ai pu constater aussi chez la *Sagartia erythrochila*, soit dû à la présence d'algues symbiotes, déjà signalée chez certaines races d'*Actinia equina*; je ne suis pas encore fixé à cet égard. Mais, que le pigment soit animal ou végétal, les faits précédents, rapprochés de ceux récemment rapportés par M. Gravier, sont susceptibles de modifier nos idées sur la biologie des animaux inférieurs.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Le substratum chromatique héréditaire et les combinaisons nucléaires dans les croisements chez les Amphibiens.* Note de M. **E. Bataillon**, présentée par M. Yves Delage.

Avec les idées courantes sur le rôle du noyau dans l'hérédité, sur la fixité du nombre et même sur l'individualité persistante des chromosomes, l'étude cytologique des croisements chez les Amphibiens se complique d'un problème préalable. Ici, en effet, les processus essentiels de maturation de l'œuf sont controversés.

Pour Carnoy et Lebrun, le substratum chromatique de la vésicule germinative est représenté exclusivement par les *nucléoles*, lesquels subissent des métamorphoses variées, qui disparaissent et reparaissent, qui prolifient à tel point qu'on en comptera des milliers avant la résolution dernière, « un tout petit nombre d'entre eux » intervenant dans la première division polaire. C'est repousser non seulement la thèse de l'individualité des chromosomes, mais même celle de la permanence du substratum colorable. H. King, chez *Bufo lentiginosus*, admet, à la suite de Rückert, la persistance des anses qui, couplées au centre de la vésicule de l'œuf ovarien, se retrouvent à l'équateur du premier fuseau.

J'ai tenu à me faire une opinion en scrutant soigneusement la période de maturation

surtout chez *Rana fusca*. Il faut remarquer d'abord que, pendant la saison printanière et sur les types les plus divers (*Rana fusca*, *Pelodytes p.*, *Bufo v.*, *Bufo c.*), la méthode de l'hématoxyline ferrique *révèle constamment*, sur une zone de plus en plus distincte, de mieux en mieux déblayée, de plus en plus réduite (répondant à ce que Carnoy et Lebrun appellent finalement *plage fusoriale*), *le matériel chromatique bien distinct des nucléoles*. Ce sont d'abord des filaments ondulés et barbelés; puis, les ramifications se tassant sur l'axe devenu plus épais, des cordons qui s'accolent deux par deux, souvent tordus comme les deux brins d'une cordelette. Aucune transition n'indique qu'il y ait là le début d'une transformation régressive des nucléoles devant envahir tout le système. Sur ce point essentiel, la description de Carnoy et Lebrun pour la Grenouille comporte des lacunes et demandera à être discutée en détail. Un second point capital de l'argumentation de ces deux savants se trouve dans l'étude de certains œufs proches de la déhiscence avec leur vésicule déprimée à la périphérie au contact de la *fovea*. « En dehors des nucléoles, écrit Lebrun, il n'était pas possible de discerner la moindre trace d'élément nucléinien ni le moindre fragment d'élément nucléolaire. » Or, à ce stade, j'ai constamment retrouvé la plage plasmatique délicate avec ses éléments chromatiques associés.

Je conclus fermement pour ma part à l'existence chez les Amphibiens des couples rappelant ce qu'on appelle ailleurs le stade synapsis. Cette constatation n'a du reste rien à voir avec la doctrine rigide de l'individualité. La formation des couples est un phénomène cinétique à débrouiller comme les autres. Dans le cas de la Grenouille, *le nombre des associations est variable*; les tortillons doubles peuvent être très longs; quelquefois je n'en trouve que deux, peut-être même un seul. Quand nous approchons de la constitution des fuseaux, ces éléments vont se tasser en masses informes réduites quelquefois à une ou deux, sur une plage radiée extrêmement exiguë, et les chromosomes sortiront de leur émiettement. *Ainsi le nombre des chromosomes peut différer de celui des couples.*

Mais signifie-t-il quelque chose au point de vue des résultats d'un croisement? Autant qu'il m'a été permis d'en juger, la valeur numérique des stocks conjugués n'a rien à voir avec la régularité du développement.

A l'équateur de la première figure polaire, nous comptons le nombre spécifique de chromosomes réduit de moitié : ce sont les couples des théoriciens, lesquels vont se scinder dans une division réductrice vraie. La numération peut être faite soit là, soit sur la deuxième figure, soit même sur le pronucleus femelle rétrogradé vers le centre au début d'une évolution parthénogenésique. Mais si, sur le cas classique de la Grenouille, il y a désaccord entre les observateurs, on comprendra que, même après avoir repéré et étudié des centaines de figures, j'hésite à être trop affirmatif pour des formes comme le Pelodyte, le Calamite, sur lesquels la bibliographie est muette. Le nombre réduit m'a paru être, dans les cas les plus nets : 6 chez *Pelodytes punctatus*, 12 chez

Bufo calamita (ce nombre est certainement un minimum), 8 ou 9 chez *Bufo vulgaris* (ce sont les nombres de Carnoy et Lebrun), 12 chez la *Grenouille* (c'est l'indication de V. Rath; Carnoy et Lebrun donnent 10 ou même moins).

Avec les deux savants belges, je ne crois pas, chez les Amphibiens, à une fixité absolue; mais, *grosso modo*, les nombres diffèrent sensiblement d'un type à l'autre. Voyons donc les résultats des croisements en laissant de côté les imprégnations effectives, mais non suivies de conjugaison nucléaire. Les combinaisons $\frac{\textit{Pelodytes} ♂}{\textit{Bufo v.} ♀}$, $\frac{\textit{Bufo c.} ♂}{\textit{Bufo v.} ♀}$, $\frac{\textit{Bufo v.} ♂}{\textit{Bufo c.} ♀}$ aboutissent toutes à des lames; et pourtant les nombres de chromosomes mis en cause sont bien différents. Inversement, le croisement $\frac{\textit{Rana f.} ♂}{\textit{Bufo c.} ♀}$ avec deux stocks numériquement semblables aboutit à des stéréoblastulas.

Je signalais dans la combinaison $\frac{\textit{Pelodytes} ♂}{\textit{Bufo v.} ♀}$ des blastulas hétérogènes avec deux moitiés différant énormément par la taille respective des cellules et des noyaux.

Or, sur les petits éléments je ne compte pas plus de 6 chromosomes; sur les gros il y en a certainement plus d'une dizaine. Dans ce croisement, j'ai suivi pas à pas le transport et la conjugaison des deux noyaux inégaux jetant leur matériel sur la première figure de division. Mais je crois que les blastulas en question répondent à un cas spécial. Il est impossible de distinguer les chromosomes et de suivre leur destinée dans la première cinèse. Mais, à supposer même que les deux matériels se soient simplement isolés l'un de l'autre sur les deux blastomères, le nombre des chromosomes dans les gros éléments serait encore trop élevé. Il arrive, d'autre part, que le pronucleus femelle se montre en retard sur le mâle dans son cheminement.

On pourrait donc logiquement émettre ici l'hypothèse d'une *demi-amphimixie inverse de la fécondation partielle de Boveri*, le premier clivage étant régi par le pronucleus mâle, et l'un des noyaux-fils combiné secondairement avec le pronucleus femelle. Cette mosaïque hétéroclite donnerait-elle un produit viable, et que serait le produit? Avec les stocks numériquement différents dont il a été question plus haut, que se passerait-il à l'origine de la deuxième génération? On conçoit l'intérêt que présentera l'étude des formes soit larvaires, soit adultes. Cette année encore, encombré de matériaux et dépourvu de l'installation nécessaire, j'ai vu péricliter accidentellement des lots de têtards qui, dans ma pensée, devaient atteindre la métamorphose. Au printemps prochain, je compte donner tous mes soins à l'élevage et à l'étude des hybrides.

ZOOLOGIE. — *Gradation et perfectionnement de l'instinct chez les Guêpes solitaires d'Afrique, du genre* Synagris. Note de **M. E. Roubaud**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Les Guêpes solitaires de la tribu des Euménides pourvoient, en général, à la nourriture de leurs larves, en murant dans une cellule de terre, avec un œuf prêt à éclore, une ample provision de chenilles vivantes qu'elles ont paralysées et rendues inertes par des coups d'aiguillon. La croissance de leur progéniture s'effectue ainsi d'une façon indépendante, alors qu'au contraire, chez les Vespides sociaux, les larves sont nourries et soignées au jour le jour par les femelles ou les neutres. Les connaissances biologiques actuelles sur les Vespides ne sont pas encore venues combler le fossé qui existe, sous le rapport de l'éducation des larves, entre ces deux types de Guêpes : les uns, simples pourvoyeurs, mettant tout leur art à paralyser leurs victimes, comme les *Eumenes*, les *Odynerus*, les *Discœlius*; les autres, véritables nourrices, distribuant à la becquée une pâtée d'insectes broyés à leurs jeunes, comme les *Vespa*, les *Icaria*, les *Belonogaster*, etc.

Il existe au Congo plusieurs espèces d'Euménides, appartenant aux genres *Rhynchium* Spin. et *Synagris* Latr., qui nidifient sur les murs et sous les toits des habitations. En cherchant à préciser leurs mœurs et leur histoire, j'ai pu reconnaître que si les premiers (*R. synagroides*) partagent les habitudes des Guêpes de leur tribu, les *Synagris*, qui pourtant leur sont très voisines, présentent sous ce rapport, entre les espèces, des différences des plus remarquables, à ce point qu'on y peut suivre les étapes principales d'une évolution insoupçonnée de l'instinct des solitaires vers celui des Guêpes sociales.

La moins répandue de ces Euménides, *S. calida* L., construit des nids en terre jaune, volumineux et informes, renfermant une douzaine de loges. Le seul nid encore occupé dont j'ai pu faire l'étude renfermait dans une loge murée une provision de chenilles desséchées d'Hespérides, avec une larve encore très jeune, également morte et desséchée. La biologie de cette espèce, aperçue à la lueur de ces restes, rentre donc dans le cadre général de celle des Euménides : c'est un approvisionnement banal suivant le type ordinaire (¹).

(¹) Maindron a d'ailleurs étudié la nidification de cette espèce, ce qui confirme cette observation (*Monit. du Sénégal et Dép.*, 15 avril 1879, communiqué par M. Künckel d'Herculais).

S. sicheliana Sauss. fait preuve, elle, d'un instinct plus subtil et plus éclairé. Cette espèce, dont le nid ressemble à celui de la première, mais dont le nombre des loges plus réduit ne dépasse guère huit, construit son alvéole de terre, y dépose un œuf, puis attend, sans hâte, le moment d'approvisionner. Peu de temps avant l'éclosion elle introduit dans la cellule quatre ou cinq chenilles immobilisées d'Hespérides.

La larve grandit en s'alimentant aux dépens de cette petite provision, que la Guêpe accroît au fur et à mesure de la consommation, tout en demeurant elle-même fréquemment au nid pour protéger sa progéniture dans l'intervalle de ses sorties. Ce n'est que lorsque celle-ci a pu atteindre les trois quarts de sa taille qu'elle se décide à murer l'entrée de la cellule, non sans y avoir introduit le complément de chenilles qui lui paraît nécessaire. Elle construit alors, à côté de la précédente, une nouvelle loge, pour y entreprendre un autre élevage dans les mêmes conditions.

Ce mode d'approvisionnement progressif, presque comparable à celui dont font usage les Bembex, parmi les Hyménoptères fouisseurs, réalise un progrès marqué sur les habitudes ancestrales; la Guêpe *surveille elle-même* la croissance de sa larve : mais ce perfectionnement de l'instinct va trouver son expression la plus parfaite chez une troisième solitaire du même genre, *S. cornuta* L.

Le nid de cette Guêpe témoigne déjà dans sa construction même, vis-à-vis de celui des espèces précédentes, d'un talent plus sûr et plus raffiné.

Chaque loge a la forme d'une petite coque ovalaire de terre jaune, pourvue d'un orifice tantôt terminal, tantôt latéral; et les différentes loges, au nombre de quatre ou cinq en général, qui ont été construites à des époques différentes, sont unies entre elles par un crépissage général, qui masque leur individualité. L'ensemble forme un amas beaucoup moins lourd, les parois des alvéoles sont beaucoup plus minces : il y a économie notable de la matière première qui s'y trouve mieux utilisée. Mais c'est surtout dans le mode d'élevage de ses larves que la *cornuta* s'écarte des autres *Synagris*.

Elle ne se contente plus d'introduire dans la cellule des chenilles entières en plus ou moins grand nombre, simplement immobilisées : elle nourrit elle-même, *directement*, sa larve, en lui apportant avec une sollicitude extrême de petites boulettes faites de chenilles malaxées, qu'elle dépose à portée de sa bouche, à la face ventrale du thorax. Plusieurs fois par jour, la Guêpe part à la recherche des provisions, ne prolongeant guère ses sorties, pour revenir en hâte au nid nourrir et surveiller sa larve : elle ne l'enclôt dans sa cellule de terre que lorsque la nourriture et les soins ne lui sont plus nécessaires.

Cette intéressante espèce réalise donc un type de passage des plus curieux entre les Vespides solitaires qui approvisionnent et les Vespides sociaux qui élèvent au jour le jour leur progéniture. Il suffit dès lors de concevoir que de jeunes femelles, nées des premières loges d'un nid de *S. cornuta*, viennent construire leur propre nid à la suite de celui qui leur a donné naissance,

pour se représenter ce qu'a pu être la forme primitive des colonies de Guêpes sociales.

Or les associations de nids sont assez fréquentes, aussi bien chez *S. sichel-liana* que chez *S. cornuta;* bien qu'il soit difficile de dire si ces nids groupés sont édifiés par des adultes issus d'une même femelle, le fait, *a priori*, n'a rien d'impossible : ce serait là le prélude accidentel des groupements plus étroits, plus harmonieusement spécialisés des sociétés de Guêpes (*Vespa*, *Polistes*, *Icaria*, etc.).

Quoi qu'il en soit, une telle gradation de l'instinct chez trois espèces du même genre est un fait assez inattendu pour mériter d'attirer d'une façon toute particulière l'attention des biologistes.

ZOOLOGIE. — *Sur l'affection connue sous le nom de* Botryomycose *et son parasite*. Note (¹) de MM. **Gustave Bureau** et **Alphonse Labbé**, présentée par M. Yves Delage.

La Botryomycose humaine, primitivement attribuée à un champignon, puis, à la suite des travaux de l'École de Lyon, à un Coccus spécial, semblait avoir perdu ces dernières années tout caractère spécifique, lorsque récemment Letulle (²), revenant sur ce sujet, lui attribue une origine amibienne.

Un cas de Botryomycose typique du doigt, observé à Nantes en mai 1908 chez un jeune garçon, nous a permis de reconnaître la véracité de l'assertion de Letulle, et d'étudier l'organisation et l'évolution d'un curieux Amibe parasite dont le stade d'agglutination, sous le nom de *Botryomyces*, était seul connu jusqu'ici.

L'histologie de la tumeur montre les caractères ordinaires souvent décrits (prolifération de tissu conjonctif et néoformation vasculaire considérable sous une membrane pyogénique) sur lesquels nous n'insisterons pas. Les Amibes et leurs kystes sont accumulés en nombre énorme au pédicule de la tumeur, nageant dans du pus et du sérum épanché, au milieu de polynucléaires et de débris cellulaires. Quelques-uns seulement se montrent isolés en plein corps de la tumeur.

Structure. — On peut distinguer quatre formes d'Amibes, sensiblement de même taille, 50^{μ}-60^{μ}, différentes de structure, mais présentant entre elles des formes de passage.

(¹) Présentée dans la séance du 12 octobre 1908.

(²) M. Letulle. *La Botryomycose* (*Journal physiol. pathol. gén.*, t. X, 1908, p. 256-266).

Forme a. — Sphérique ou sphéroïde, parfois aplatie comme une feuille; allongée ou irrégulière à l'état de mouvement; à pseudopodes lobés. Ectoplasme mince. Entoplasme fibrillaire à fibrilles onduleuses à l'état de repos, rectilignes comme des myonèmes à l'état de mouvement, formant quelquefois des tourbillons annulaires autour de la zone nucléaire; l'entoplasme renferme en outre des granules chromatiques et parfois du pigment. Noyau grand, irrégulièrement vésiculeux avec un corps central de linine et un fin réseau de chromatine. Forme très active et très phagocytante.

Forme b. — Plus régulièrement arrondie que la précédente, souvent aplatie. Ectoplasme épais. Entoplasme bourré de poussière chromatique qui semble représenter la masse chromidiale (au sens de R. Hertwig et de Schaudinn). Noyau négatif, achromatique ou disparu. C'est cette forme que Letulle a vue former les amas mûriformes. Mais elle peut aussi être isolée. Elle dérive sans doute de la précédente, marquant la fin du stade végétatif.

Forme c. — Aplatie, irrégulière, partiellement ou totalement en dégénérescence hyaline ou pigmentaire : forme de régression des précédentes.

Forme d. — Fusiforme, grégariniforme. Ectoplasme mince. Entoplasme finement granuleux avec peu ou point de fibrilles. Noyau condensé, très chromatique, ovoïde allongé ou en biscuit.

Reproduction. — 1° Il peut y avoir simple *division transversale*, le noyau se divisant par *amitose*. Mais des divisions *mitosiques* se voient dans la forme *d*, ce qui indique vraisemblablement un phénomène sexuel.

2° Les amas mûriformes, anc. Botryomyces, constituent une *plastogamie*, se produisant à la fin du stade végétatif et, par conséquent, à un stade tardif de l'évolution de la tumeur aux dépens de la forme *b*, par fusion des plasmas et probablement échanges de la substance chromidiale, sans caryogamie vraie ([1]).

3° La forme *a*, surtout et peut-être exclusivement, peut s'enkyster et former des *échinocystes*, en majorité piriformes à pointe aiguë. Ils sont formés d'une double membrane : l'une, interne, mince, se colore par les colorants basiques; l'autre externe, d'apparence chitineuse, résistant à la potasse et aux acides forts, se colore par les colorants acides; celle-ci est formée d'alvéoles polygonales régulières et présente extérieurement des épines régulièrement espacées dont les pointes sont reliées par une fine membrane, reste de la membrane cellulaire. Ces échinocystes sont quelquefois fusionnés par leur coque externe acidophile.

A l'intérieur, l'amibe se rétracte, en même temps que le noyau émet un nombre considérable de chromidies. De nombreuses vacuoles se creusent au centre et se réunissent pour former une cavité centrale, tandis que le plasma se condense de plus en plus contre la paroi du kyste. Chaque chromidie devient le centre d'un petit amas protoplasmique étoilé; dans chacune de ces petites cellules, la chromidie s'organise en noyau, se divise par mitose en deux, puis encore en deux, et chaque cellule primaire

---

([1]) C'est donc bien un processus sexuel si l'on admet, avec Schaudinn, que le chromidium représente la chromatine sexuelle, homologue du micronucleus des Infusoires.

aboutit ainsi à la formation de *quatre* Amibes-filles de 3µ-4µ, qui ne nous ont point montré de flagelles. Nous reviendrons ultérieurement sur ces processus qui se rapprochent de ceux observés chez d'autres Rhizopodes, par exemple chez *Polystomella*. Nous n'avons point vu la déhiscence des kystes ni la copulation des Amibes-filles (si elle existe). Il est peu probable que ce soit un mode de reproduction endogène.

En outre des échinocystes, on trouve, plus rarement, d'autres kystes avec une simple enveloppe basophile sans coque épineuse acidophile, à cytoplasme clair et noyau vésiculaire, qui semblent provenir de la forme *d*. Aucun n'était en voie d'évolution.

L'étude de ce seul cas de Botryomycose et l'absence d'observations sur le vivant nous empêchent de déterminer la suite complète de l'évolution endogène. Les formes *b* et *c* semblent dériver de la forme *a*; celle-ci aboutit d'une part aux échinocystes, d'autre part, par l'intermédiaire de la forme *b*, à la plastogamie. Le dimorphisme sans doute sexuel des formes *a* et *d* reste énigmatique. L'évolution exogène est absolument inconnue et l'hypothèse d'un hôte intermédiaire n'est pas inadmissible. Les observations ultérieures auront à résoudre ces problèmes quand il nous sera possible de rencontrer un cas nouveau de cette curieuse et rare affection.

La Botryomycose redevient donc une maladie cliniquement et histologiquement spécifique; ce n'est point une mycose, mais une *amœbiose* dont l'ancien Botryomyces n'est qu'un stade plastogamique.

ZOOLOGIE. — *La protonéphridie des Salmacines et Filogranes adultes* (*Annélides Polychètes*). Note de M. **A. Malaquin**, présentée par M. Yves Delage.

Les recherches récentes sur les organes segmentaires des Annélides, et notamment celles de E. Meyer, Goodrich, Fage, ont démontré que ces organes peuvent être composés de deux sortes de productions : la néphridie proprement dite et le pavillon génital, tantôt unis au moment de l'émission des produits sexuels (Phyllodocides, Syllides, etc.), tantôt distincts et éloignés (Capitellides, Oligochètes, etc.).

Un certain nombre de Polychètes adultes (Phyllodocides, Glycérides, Nephthydes, etc.) ont, ainsi que l'ont montré Goodrich et Fage, un appareil néphridien clos vers l'extrémité interne ou cœlomique, laquelle porte des *solénocytes* flagellifères. Ces protonéphridies closes à solénocytes sont celles qui se rapprocheraient le plus des néphridies larvaires et transitoires. Toutefois il est bon de remarquer que ces dernières ont leur flagellum inséré

directement sur les parois internes du tube intracellulaire, comme chez les Plathelminthes, les Dinophiliens, etc.

L'étude de l'appareil néphridien des Serpulides adultes appartenant aux genres *Filograna* et *Salmacina* révèle une structure d'une simplicité remarquable et plus grande encore que celles des Phyllodocides, Glycérides, etc.

Les Serpulides ont, comme on le sait, leur appareil excréteur situé tout à fait antérieurement : il débouche, en effet, par un orifice unique, dorsal et céphalique ; mais, chez les formes étudiées, les tubes excréteurs possèdent deux entonnoirs cœlomiques qui leur donnent le caractère des néphridies permanentes.

Chez les *Salmacinæ* les deux tubes excréteurs sont contenus en grande partie dans le segment sétigère qui suit immédiatement le céphalique branchifère : ils sont placés tout entiers dans l'espace blastocœlien et ne présentent aucune communication avec le cœlome. Ces deux tubes se terminent, en arrière, par une partie arrondie, légèrement dilatée et en cæcum. Cette région terminale postérieure est à direction longitudinale ; puis les deux tubes se recourbent dorsalement, prennent une direction transversale vers la ligne médiane et viennent se fusionner sous l'épiderme en un tube dorsal unique qui passe au-dessus du cerveau et s'ouvre par un pore à l'extrémité céphalique antérieure. Les éléments qui constituent leurs parois ne présentent aucune limite cellulaire distincte ; ces parois sont elles-mêmes bourrées de sphérules urinaires, inégaux en taille, dont la couleur peut aller du jaune clair jusqu'au brun.

Dans chaque tube néphridien existent trois *flagellums*, épais à leur base et fibrillés en long, comme si chacun d'eux se composait de plusieurs flagelles soudés dans leur longueur de même que les flammes vibratiles. Le plus postérieur, assez court et plus grêle, s'insérant dans le fond du cul-de-sac néphridien, présente des mouvements plus rapides. Le deuxième flagellum, très long, s'insère latéralement, à peu de distance du premier, et s'étend, en se reployant à angle droit, dans la branche ascendante et transverse du tube. Enfin, le troisième naît très en avant, dans la branche transverse. Les deux flagellums symétriques pénètrent dans le tube néphridien unique dorsal et s'y meuvent par longues ondulations parallèles, sans se confondre. Cette structure est celle des *protonéphridies* des larves des Annélides et plus exactement encore celle des Plathelminthes.

Ces protonéphridies sont du reste la continuation directe des organes qui s'observent chez la larve des *Salmacinæ*. A la limite de la tête et du métamère suivant, deux grosses cellules, une à gauche et une à droite, apparaissent ; elles ont un seul flagellum intracellulaire ; puis ces deux cellules protonéphridiennes s'accroissent par l'adjonction de deux nouveaux groupes flagellifères et deviennent directement les deux protonéphridies de l'adulte.

Or, de même qu'il ne se développe pas d'entonnoir cœlomique néphridien, il ne se développe pas non plus d'entonnoir génital pour l'évacuation des produits sexuels, comme cela se produit chez les autres Serpulides étudiés à ce point de vue. Les cellules génitales mûres sortent par rupture des parois du corps. Dans les segments à gonades mâles, en particulier, les spermatozoïdes sont contenus dans des poches saillantes latéro-ventrales. Les parois de ces dernières sont formées par les téguments amincis, où cuticule, épiderme, couche musculaire sont confondus en une membrane excessivement mince, ayant perdu tout caractère histologique, et qui se rompt le plus souvent dans le cours de l'observation des individus mûrs.

En résumé, l'appareil néphridien des Salmacines et Filogranes adultes représente une protonéphridie dont les rapports morphologiques et la structure histologique, avec leurs flagelles insérés directement sur la paroi interne, rappellent l'appareil protonéphridien des larves des Annélides, des Mollusques, etc., et dont elles sont la persistance directe.

ZOOLOGIE. — *Les genres actuels de la famille des Bradypodidés.* Note de M. A. **Menegaux**, présentée par M. Yves Delage.

Comme suite à mon étude des caractères ostéologiques du membre antérieur de *Bradypus torquatus* Ill., j'ai recherché ses rapports avec les types voisins et j'ai été amené à étudier les diverses formes de la famille des Bradypodidés ainsi que leur répartition générique.

Linné, ne connaissant que les deux espèces *tridactylus* et *didactylus*, les avait réunies dans le genre *Bradypus;* mais Illiger, en 1811, en sépara les Paresseux à deux doigts sous le nom de *Cholæpus*. Cette division fut admise jusqu'au milieu du siècle précédent, au moment où Gray, en 1849 (*Pr. Zool. Soc.*, p. 65), se basant sur des caractères craniens et sur la présence de *ptérygoïdes renflés et bulleux*, crut devoir démembrer le genre linnéen et isoler l'espèce *B. torquatus* Ill. dans le genre *Bradypus*, tout en attribuant aux autres espèces alors connues le nom d'*Arctopithecus*.

Burmeister, en 1854 (in *Syst. Uebers. Thiere Bras.*, p. 265), proposait aussi une division spéciale pour l'espèce *Br. torquatus*, dont les caractères saillants et connus étaient : 1° une *perforation* à l'*épicondyle interne* de l'humérus; 2° des *ptérygoïdes renflés, bulleux*, comme chez *Ch. didactylus;* 3° *trois doigts aux pattes antérieures, l'externe étant le plus petit*.

En 1864, Peters (in *Ber. Verh. Akad. Berlin*, p. 678, note) reprit cette

idée et la précisa en proposant le nom de genre *Scaeopus* pour cette espèce, et en se basant sur la structure particulière du crâne, de l'os hyoïde, de l'humérus et sur les autres caractères différentiels admis pour *Br. torquatus*.

Malgré l'opinion et l'autorité de ces divers naturalistes, on était convenu de n'admettre dans cette famille que deux genres reconnaissables extérieurement à la présence aux membres antérieurs de trois ou de deux doigts bien développés (Trouessart, *Cat. Mammalium*).

Pourtant récemment, dans une Communication faite à l'Académie des Sciences (*Comptes rendus*, 29 janv. 1906), à la suite de la dissection d'un jeune Bradypodidé de localité inconnue, le Dr Anthony crut devoir créer le genre *Hemibradypus* placé entre les genres *Bradypus* et *Cholœpus*, et il donna le nom d'*Hemibradypus Mareyi* à l'espèce-type du genre. « Son corps était couvert de poils longs, d'une couleur uniforme jaune assez clair.... Les *ptérygoïdes étaient d'ailleurs arrondis, gonflés et vésiculaires*.... Mais, outre ces caractères, il en présentait deux autres extrêmement particuliers :

» 1° *Une perforation sus-épitrochléenne ;*

» 2° *Une réduction marquée du doigt IV aux extrémités antérieures.*

» C'est la première fois, je crois, que de semblables caractères aient été signalés chez les Paresseux à trois doigts » (*Arch. Zool. expérim.*, 20 février 1907, p. 39 et 40).

L'auteur ajoute (p. 47) : « Cette espèce est vraisemblablement provisoire, car, en me basant sur la note de Peters, il me semble presque certain que, lorsqu'on connaîtra mieux la morphologie de *Br. torquatus* Ill., on pourra l'identifier avec l'*Hemibradypus Mareyi* Anth., qui deviendra ainsi l'*Hemibradypus torquatus* II. » Seulement on se demande pourquoi l'auteur a hésité à faire lui-même l'identification de *H. Mareyi* avec *Br. torquatus*, puisque les caractères qu'il attribue à sa nouvelle espèce sont ceux qui appartiennent à l'espèce *Br. torquatus*, établie par Illiger en 1811.

En effet, 1° la présence d'un *trou susépicondylien* à l'humérus a déjà été signalée par Wagner in *Wiegmann's Archiv*, 1850, p. 381, et in *Schreber's Säugethiere*, *Ve Supp.*, 1855, p. 167, par Burmeister in *Syst. Uebers. Thiere Bras.*, 1854, p. 265, par Weber (*die Säugethiere*, 1904, p. 454), et 2° la *réduction du doigt externe* ou quatrième, par Temmink (d'après le prince de Neuwied) in *Ann. Gen. Sc. Phys.*, 1820, p. 213 et 216, par Max. von Neuwied in *Beitr. Naturg. Bras.*, 1826, p. 491, Tschudi, in *Fauna peruana*, 1844, p. 202, dit textuellement : « ... *dass zwar drei Zehen an den Vorderfüssen vorhanden seien, die äusserste aber sehr kurz sei.* »

3° La *forme des ptérygoïdes* a été indiquée pour la première fois par de Blainville en 1840 (*Ostéographie des Paresseux*, p. 28), et ensuite par Gray en 1849 (*Pr. Zool. Soc.*, p. 65), par Weber (*die Säugethiere*, 1904, p. 454), etc.

Enfin Temmink (p. 213) et Neuwied (p. 493) donnent la description du jeune *Br. torquatus* Ill. Tous les éléments du problème étaient ainsi parfaitement connus.

Il est donc infiniment probable que le Dr Anthony a disséqué un jeune *Br. torquatus* Ill. Il est certain que le genre d'*Hemibradypus* n'est pas basé sur des caractères nouveaux, que la nouvelle espèce *H. Mareyi* Anth. a été indûment établie, même comme espèce provisoire, et que ce nom doit être laissé de côté ou peut-être tomber en synonymie, puisque *Hemibradypus Mareyi* Anth. = *Bradypus torquatus* Ill. Comme je l'ai montré (*Comptes rendus*, 12 oct. 1908), l'espèce *torquatus* doit rester incluse dans le genre *Bradypus* à côté du genre *Cholæpus*.

En somme, la famille des Bradypodidés, si homogène aux points de vue biologique et morphologique, en dehors des formes fossiles, doit rester limitée aux deux genres *Bradypus* et *Cholæpus*. Le premier, comprenant cinq espèces : *castaneiceps* Gray, *infuscatus* Wagl., *tridactylus* L., *cuculliger* Wagl., *torquatus* Ill., et six formes, a pour caractères constants d'avoir $\frac{5}{4}$ dents sans émail, dont les antérieures sont les plus petites, des intermaxillaires rudimentaires, 9 vertèbres cervicales, 14-16 dorsales, 3 doigts munis de fortes griffes à tous les membres. Seul *Br. torquatus* a un trou épicondylien à l'humérus et des ptérygoïdes bulleux.

Le deuxième est le genre *Cholæpus*, comprenant deux espèces : *didactylus* L. et *hoffmanni* Peters avec deux formes; il se reconnaît à ses $\frac{5}{4}$ dents sans émail dont les antérieures sont grosses et caniniformes, à ses 7 ou 6 vertèbres cervicales et ses 23-24 dorsales, à ses 2 doigts aux membres antérieurs et 3 aux postérieurs munis de fortes griffes, à ses ptérygoïdiens bulleux. Chez *Ch. didactylus* l'humérus est perforé.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Nouvelles recherches sur la radioactivité des sources goitrigènes*. Note de M. **Répin**, présentée par M. Roux.

Nous avons signalé précédemment [1] l'existence de propriétés radioactives dues à l'émanation du radium, dans les eaux de trois sources goitrigènes de la Maurienne. Il y avait lieu d'étendre ces recherches à un plus grand nombre de sources et à d'autres substances radioactives, notamment à celles du thorium. Dans ce but, nous avons adopté une méthode qui consiste essentiellement à faire couler l'eau en nappe, pendant plusieurs heures,

---

[1] *Comptes rendus*, 17 août 1908.

à l'intérieur d'un cylindre déperditeur dans lequel plonge une électrode chargée négativement et reliée à la feuille d'or d'un électroscope. L'appareil étant placé tout près de la source, l'air du cylindre arrive à se saturer d'émanation, même si cette émanation est celle du thorium, dont la durée est très courte; en outre, l'électrode doit se recouvrir d'un dépôt persistant de radioactivité induite. Il faut seulement observer : 1° que l'écoulement de l'eau est susceptible de donner lieu par lui-même à la production de *gros ions*, et par conséquent déterminer la correction qu'il convient d'apporter de ce chef aux lectures, en essayant d'abord l'appareil avec une eau indifférente; 2° que l'on ne saurait demander à cette méthode des déterminations quantitatives, parce qu'on ignore quelle proportion de sa radioactivité l'eau abandonne dans l'appareil. Mais ces déterminations n'étaient pas nécessaires à l'objet spécial que nous avions en vue.

Nos examens ont porté :

1° Sur quatorze sources situées dans les départements de la Savoie et de la Haute-Savoie, notamment dans les localités suivantes : Saint-Jean-de-Maurienne, Saint-Julien, Villard-Clément, Hermillon, Saint-Pancrace, Saint-Étienne-de-Cuines, Bozel, Saint-Bon, Villard-le-Goitreux et Évian-les-Bains;

2° Sur un puits dans le voisinage de Bourg-d'Oisans;

3° A titre de terme de comparaison et de contrôle, sur des eaux non goitrigènes, principalement des eaux de torrents.

Les sources qui manifestent le plus nettement des propriétés goitrigènes se présentent dans des conditions de gisement à peu près uniformes : elles se trouvent généralement à la base des grands massifs montagneux et viennent au jour par l'une de ces failles qui séparent les divers étages des plis couchés dont l'entassement forme les chaînes alpines. Ce sont donc des eaux qui, s'étant engagées dans ces failles à direction inclinée, ont descendu jusqu'à des profondeurs qu'on peut souvent évaluer à 2000^{m} et plus, avant de pouvoir s'échapper par quelque fissure ouverte sur la paroi d'une vallée. Leur cas est en somme celui des sources minérales et thermales, si nombreuses dans les mêmes régions. Elles sont fréquemment chargées de sels calcaires et magnésiens dissous à la faveur de l'acide carbonique qui, en se déposant aux environs du griffon, donnent naissance à de puissants amas de tuf.

Toutes ces sources, examinées à l'aide de l'appareil décrit plus haut, ont donné des signes de radioactivité se traduisant par une chute de la feuille de l'électroscope qui variait de 14° à 24° à l'heure (sur un quart de cercle divisé en 90°), alors que des eaux indifférentes, dans les mêmes conditions de débit, donnaient régulièrement 6° à 7°.

Le puits qui se trouve au hameau des Alberges, près de Bourg-d'Oisans, présente un intérêt particulier. En effet, ce puits sert depuis une vingtaine d'années à une famille de quatre personnes dont trois sont goitreuses et la quatrième est en train de le devenir, alors que le goitre est complètement inconnu soit à Bourg-d'Oisans même où l'on ne boit que l'eau de la rivière la Rive, soit dans des hameaux encore plus rapprochés où l'on boit l'eau de la Romanche. Ce puits, creusé dans le granit où il rencontre

sans doute une diaclase par laquelle se fait la venue d'eau, est assimilable à une source d'origine profonde. L'eau de ce puits provoquait dans notre appareil une chute horaire de 17°. Par contre, des eaux de surface voisines, provenant des infiltrations de la Romanche endiguée, n'ont pas montré trace de radioactivité.

Disons de suite qu'il en a été de même pour tous les torrents, grands ou petits, alimentés par les glaciers et les névés, ou plus rarement par les eaux de ruissellement. L'eau de ces torrents n'est pas goitrigène, mais elle est habituellement limoneuse; lorsque, par exception, elle est limpide, les populations riveraines l'adoptent de préférence aux eaux de sources et sont exemptes de goitre; fait qui, mal interprété, a donné cours à l'opinion erronée que les eaux limoneuses seraient la cause du goitre.

Nous avons cherché à déterminer la durée de la radioactivité que possèdent les eaux goitrigènes. L'eau, puisée dans un seau et abandonnée 36 à 40 heures sans être agitée, s'est montrée au bout de ce temps dépourvue d'action sur l'électroscope.

D'autre part, aussitôt après chaque épreuve, à la source, l'appareil a été vidé, séché et ventilé à fond, puis l'électrode chargée à nouveau. La vitesse de chute s'est alors montrée sensiblement la même que pendant le passage de l'eau; au bout de 11 heures, cette vitesse avait diminué de moitié et, en moins de 24 heures, l'appareil était revenu à l'état normal. Il y avait donc eu dépôt d'une radioactivité induite dont la loi de décroissance se rapproche, autant que nous avons pu le constater par des moyens grossiers, de celle qui caractérise la radioactivité induite développée par la conversion de l'émanation du thorium (thorium A).

Nous croyons pouvoir conclure que les eaux goitrigènes des Alpes présentent constamment une radioactivité notable et que cette radioactivité est attribuable, au moins pour une grande part, au radiothorium.

Ce résultat, rapproché des constatations analogues faites chaque jour sur des eaux plus ou moins minéralisées, conduit à se demander si la radioactivité n'est pas un attribut commun à toutes les eaux remontant d'une grande profondeur et qui se sont trouvées en contact prolongé avec des roches éruptives, dans lesquelles le radium et le thorium sont disséminés à l'état de traces. S'il en est réellement ainsi, et si cette radioactivité, comme nous le supposons, est pour quelque chose dans la pathogénie du goitre endémique, on s'explique parfaitement pourquoi l'endémie goitreuse, dans toutes les parties du monde, sévit avec une intensité toute particulière dans les contrées montagneuses et disloquées, tandis qu'elle ne se montre que discrètement dans les plaines aux stratifications d'allure tranquille et s'arrête net à la limite des zones cristallines homogènes (Cotentin, Bretagne). On s'explique aussi les succès récemment obtenus dans le traitement du goitre par plusieurs médecins anglais (Rayne, Brook, Stevenson) rien qu'en soumettant les malades à l'usage exclusif de l'eau distillée, et bien d'autres particularités de l'histoire du goitre sur lesquelles nous ne pouvons nous arrêter ici.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'influence accélératrice de la magnésie dans la transformation du saccharose.* Note de M. **J. Tribot**, présentée par M. Yves Delage.

On connaît l'action accélératrice de certaines impuretés sur la transformation du saccharose par l'invertine. En vue de vérifier des considérations récentes de M. Ernest Solvay sur les réactions entre corps absolument purs ([1]), nous avons entrepris des recherches sur les fermentations, en éliminant systématiquement l'impureté qui est toujours associée au catalyseur dans les recherches courantes.

O'Sullivan et Thompson obtenaient des sucrases très actives, mais très impures. Nous avons étudié l'action des sucrases purifiées par rapport à l'action d'une sucrase commerciale sur le saccharose pur.

Nos expériences ont porté sur la sucrase commerciale et sur la sucrase préparée par nous de la façon suivante : on prend de la levure de bière fraîche qu'on broie avec du sable fin dans le but de dilacérer les cellules. On ajoute un peu d'eau chloroformée et on laisse reposer pendant deux ou trois jours à température constante. On filtre, et le filtrat est précipité par l'alcool absolu; on centrifuge; le précipité est recueilli et séché dans le vide. On obtient ainsi une première sucrase que nous appelons *sucrase* A.

En dissolvant une partie de cette sucrase A dans l'eau et reprécipitant par l'alcool, on a une nouvelle sucrase B. Nous avons ainsi obtenu des sucrases C, D, E.

Nous avons analysé le résidu minéral obtenu par calcination de ces sucrases. Les résultats obtenus sont les suivants :

Sucrase commerciale : Donne 45,76 pour 100 de résidu minéral, constitué par 39,5 pour 100 d'Al^2O^3; 3,5 de Fe^2O^3; 1,8 pour 100 de MgO et des traces de chaux.

Sucrase A : Donne 12 pour 100 de résidu minéral, dont 10,913 de MgO, traces de fer et de chaux.

Sucrase B : Donne 7,52 pour 100 de résidu minéral, dont 6,882 de MgO, traces de fer et de chaux.

Sucrase C : Donne 3,48 pour 100 de résidu minéral, dont 3,17 de MgO.

Sucrase D : Donne 1,938 pour 100 de résidu minéral, dont 1,830 de MgO.

Sucrase E : Donne 0,785 pour 100 de résidu minéral, dont 0,690 MgO.

On voit donc que le résidu minéral diminue constamment en même

---

([1]) Ernest Solvay, *Physico-chimie et Biologie* (*Revue générale des Sciences*, 30 juin 1908).

temps que la magnésie; les traces de fer et de chaux restant sensiblement les mêmes.

L'expérience nous a prouvé que plus on purifie la diastase, moins celle-ci est active et que plus la quantité de MgO est considérable, plus l'action de l'invertine est grande.

Au cours des expériences dont les résultats suivent, nous avons toujours mis en présence une même quantité des diverses sucrases et une quantité constante de saccharose, pendant le même temps et à température constante.

Sucrase commerciale.

			Pour 100.
Saccharose transformé après	30	minutes.........	5,90
»	60	»	10,94
»	100	»	14,24

Sucrase A.

Saccharose transformé après	30	minutes.........	4,90
»	60	»	9,90
»	100	»	13,15

Sucrase B.

Saccharose transformé après	30	minutes.........	4,50
»	60	»	9,30
»	100	»	12,82

Sucrase C.

Saccharose transformé après	30	minutes.........	3,85
»	60	»	7,78
»	100	»	9,32

Sucrase D.

Saccharose transformé après	30	minutes.	2,18
»	60	»	4,52
»	100	»	6,35

Sucrase E.

Saccharose transformé après	30	minutes.........	1,53
»	60	»	2,09
»	100	»	2,85

Nous poursuivons cette étude en cherchant quelle est la dose de magnésie pour que la sucrase présente son maximum d'action.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *La présure des Crustacés décapodes.* Note [1] de M. C. GERBER, présentée par M. Dastre.

La facilité avec laquelle on peut obtenir, en abondance et assez pur, le suc digestif des Crustacés décapodes permet de s'étonner qu'on ait mis si longtemps à constater ses propriétés physiologiques et, en particulier, à signaler son action présurante [2].

Nous avons appliqué à l'étude de cette présure la méthode qui nous a servi antérieurement pour les présures végétales et celles des Mammifères. L'utilisation directe du suc stomacal et celle du produit de macération des glandes hépatiques dans l'eau salée à 2,5 pour 100 nous ont donné des résultats identiques; aussi prendrons-nous ici, comme exemple, le macéré hépatique dialysé du Crabe enragé (*Carcinus mænas* Pennant).

1° *Action de la température du lait sur sa vitesse de coagulation.* — Cette action est bien différente suivant qu'on opère sur le lait cru ou bouilli.

a. La limite inférieure de température de caséification est beaucoup plus basse avec le premier qu'avec le second. Le lait cru, en effet, coagule encore à 20°, tandis qu'au-dessous de 35° on ne peut pas obtenir de caséification avec le lait bouilli.

b. En revanche, déjà à 50°, la loi de proportionnalité ne s'observe plus dans le cas du lait cru, et l'on n'obtient de bonnes coagulations que lorsque celles-ci se produisent en moins d'un quart d'heure, cet intervalle se rétrécissant très rapidement quand la température s'élève. Au contraire, à 65° la loi de Segelcke et Storck est encore applicable au lait bouilli si longue que soit la coagulation; celle-ci se fait encore très bien en trois quarts d'heure à 70°, en un quart d'heure à 75°, et il faut atteindre 80° pour n'obtenir que des coagulations très rapides ne dépassant pas 2 minutes.

L'absence de coagulation du lait bouilli, au-dessous de 35°, est due à l'abaissement du taux de minéralisation du lait par la précipitation du phosphate de chaux à l'ébullition. Il suffit en effet de restituer la chaux sous forme de $CaCl^2$ par exemple pour obtenir à 30°, à 25° et même à 20° des coagulations normales avec le lait bouilli.

c. Mais le fait le plus important consiste dans l'élévation considérable de la température du maximum d'action. L'optimum est compris en effet entre 70° et 75° pour les deux sortes de lait. Nous sommes loin des 41° de la présure de veau et nous nous rapprochons singulièrement des présures végétales.

2° *Action de la chaleur sur l'activité des solutions présurantes.* — Les faits précédents nous permettaient d'espérer que les solutions pures de présure

---

(1) Présentée dans la séance du 5 octobre 1908.

(2) J. SELLIER, *Existence de la présure dans le suc digestif des Crustacés* (*Ass. fr. Av. Sc.*, Lyon, 1906, et *Comptes rendus Soc. Biol.*, t. XI, 1906, p. 23).

résisteraient aux températures élevées. Il faut atteindre 50° pour constater, après une demi-heure de chauffe, une diminution très légère de l'activité du suc ($\frac{1}{10}$); dans le même temps, à 55°, la diminution est de $\frac{1}{3}$; à 65°, la présure est devenue huit fois plus faible et, à 75°, quatre-vingts fois; mais il faut chauffer à 80° pour lui voir perdre toute propriété présurante.

3° *Action des sels neutres des métaux alcalins et alcalino-terreux sur la coagulation du lait.* — Ces sels sont tous accélérateurs à dose faible et moyenne, retardateurs à forte dose, et cela aussi bien avec le lait bouilli qu'avec le lait cru. La seule différence entre les deux sortes de lait consiste en ce que la phase accélératrice est plus accentuée dans le cas du premier que dans celui du second. C'est une différence de même ordre qui distingue les sels des métaux alcalino-terreux des sels des métaux alcalins. Ces faits ressortent nettement de l'expérience suivante, dans laquelle on a fait agir, à 30°, sur 5^{cm^3} de lait cru, une même dose de présure ($0^{cm^3},32$) en présence d'un nombre croissant de molécules-milligrammes de NaCl et de $CaCl^2$, évalué par litre de lait :

	Molécules-milligrammes de sel.							
	0.	6.	12.	24.	48.	96.	192.	384.
NaCl..	$9^{m}.00^{s}$	$7^{m}.20^{s}$	$7^{m}.00^{s}$	$7^{m}.30^{s}$	$8^{m}.10^{s}$	$9^{m}.20^{s}$	$12^{m}.40^{s}$	$21^{m}.20^{s}$
$CaCl^2$..	8.50	5.40	4.00	4.30	5.00	6.40	8.20	12.30

4° *Action des acides sur la coagulation du lait.* — Elle est différente avec le lait cru et le lait bouilli.

a. Lait cru. — Les acides se comportent comme les sels neutres vis-à-vis du lait cru. Ils sont accélérateurs à dose moyenne, retardateurs à forte dose. Très souvent la phase accélératrice est précédée d'une phase retardatrice pour les doses faibles; mais cette dernière phase est toujours peu accentuée, ainsi qu'on en peut juger par les chiffres suivants, obtenus dans les mêmes conditions que ceux de l'expérience précédente, mais avec $0^{cm^3},10$ de présure :

	Molécules-milligrammes d'hydrogène acide.								
	0.	0,218.	0,875.	1,75.	3,50.	7.	14.	20.	26.
HCl....	$24^{m}.20^{s}$	$25^{m}.50^{s}$	$26^{m}.40^{s}$	$24^{m}.50^{s}$	$24^{m}.00^{s}$	$21^{m}.40^{s}$	$23^{m}.50^{s}$	$35^{m}.40^{s}$	$52^{m}.30^{s}$
$\frac{C^4H^6O^6}{2}$.	29.40	29.50	27.40	25.20	22.40	23.30	29.45	43.00	127.00

Nous avons déjà signalé cette première phase retardatrice, mais beaucoup plus accentuée, avec la plupart des présures végétales; elle ne se manifeste pas avec les présures des Mammifères.

b. Lait bouilli. — Dans le cas du lait bouilli, la phase retardatrice due aux fortes doses d'acide disparaît; elle est remplacée par une phase accélératrice, continuation et accentuation de la phase accélératrice moyenne du lait cru, ainsi qu'on peut le voir dans les chiffres suivants, obtenus à 50° avec $0^{cm^3},03$ (HCl) et $0^{cm^3},02$ ($C^4H^6O^2$) de présure :

	Molécules-milligrammes d'hydrogène acide.							
	0.	0,218.	0,875.	1,75.	3,50.	7.	14.	20.
	m s	m s	m s	m s	m s	m s	m s	m s
HCl......	22.30	24.20	24.50	23.00	18.50	13.40	7.50	» »
$\frac{C^4H^6O^6}{2}$...	37.10	37.20	38.30	38.50	33.10	22.20	11.50	5.40

En résumé : *La présure des Crustacés décapodes se distingue des autres présures animales connues par sa résistance à la chaleur et l'action particulière des acides. Elle se rapproche des présures végétales et obéit beaucoup mieux que toutes les présures étudiées jusqu'ici aux lois des actions diastasiques. Elle constitue donc un matériel de choix pour l'étude des actions présurantes.*

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Détermination numérique de l'excrétion urinaire de l'azote sous diverses formes chez l'homme normal.* Note de M. L.-C. **Maillard**, présentée par M. A. Gautier.

Malgré les innombrables déterminations analytiques effectuées sur l'urine, et si étrange que cela puisse paraître, nous ne connaissons encore que d'une manière insuffisante la composition *normale* de l'urine humaine. Je ne parle pas seulement des nombreux constituants qui apparaissent dans ce liquide en quantité trop minime pour se prêter commodément au dosage, mais aussi du chiffre véritable et des proportions relatives exactes des constituants les plus abondants et les mieux connus. C'est ainsi que les Tableaux qui dans les Traités représentent la composition de l'urine *normale* n'ont pu être obtenus qu'en juxtaposant, assez arbitrairement, les valeurs moyennes des divers constituants déterminées souvent par des observateurs différents, et en général sur des urines différentes.

C'est pour remédier à ce grave inconvénient que MM. G. Donzé et E. Lambling (¹) ont exécuté, il y a quelques années, par des méthodes précises, le dosage *simultané* de l'azote total, de l'urée, de l'acide urique, des

(¹) G. Donzé et E. Lambling, *Sur la grandeur du « non dosé » organique de l'urine normale* (*Journ. de Physiol. et Pathol. gén.*, t. V, 1903, p. 225 et p. 1061).

purines basiques et de la créatinine. Leur travail a donné des résultats fort intéressants, provenant d'une vingtaine d'urines émises par six sujets adultes et deux enfants, et recueillies à des dates assez diverses, alors que les sujets usaient d'une alimentation mixte, mais non déterminée.

Leur travail étant à peu près seul en son genre, il m'a semblé qu'il ne serait pas inutile de faire connaître les résultats d'une série d'analyses exécutées, non plus sporadiquement, mais pendant 6 *jours consécutifs sur* 10 *hommes* de 22 à 25 ans, vivant de la vie militaire et recevant une alimentation mixte *déterminée et constante*. Chacun des chiffres qu'on va lire est donc la moyenne de *soixante déterminations homogènes;* j'ai d'ailleurs constaté que cette moyenne ne varie pas si l'on prend seulement 50 analyses au lieu de 60, c'est-à-dire que les légères oscillations individuelles sont complètement amorties dans l'ensemble: la légitimité de cette moyenne est donc mathématiquement prouvée.

Les analyses ont été faites par les meilleures méthodes actuellement connues. On en trouvera l'exposé, ainsi que tous les chiffres individuels, dans une publication plus étendue. Voici les résultats définitifs, indiquant la composition moyenne, en 24 heures, de l'urine de mes sujets :

Volume	1810$^{cm^3}$
Acidité (en hydrogène)	0^g,045
Ammoniaque (AzH^3)	1,11
Urée	27,64
Acide urique	0,68
Purines basiques (en xanthine)	0,10
Azote total	15,87
Azote ammoniacal	0,91
Azote d'urée	12,90
Azote purique total (noyau)	0,262
Azote d'acide urique	0,227
Azote des bases puriques (noyau)	0,035
Azote précipitable par l'acide silicotungstique	0,090
Part de AzH^3 pour 100 de Az total	5,73
Part de l'urée pour 100 de Az total	81,29
Part des purines pour 100 de Az total	1,65
Part de l'acide urique pour 100 de Az total	1,43
Part des purines basiques pour 100 de Az total	0,22
Part des silicotungstates pour 100 de Az total	0,57

Fraction déterminée pour 100 de Az	88,85
Fraction indéterminée pour 100 de Az	11,15
Ac. phosphorique (en P^2O^5)	2,19
P des phosphates	0,96
Rapport atomique P : Az	1 : 37,9

Le Tableau ainsi arrêté ne diffère que de peu de celui qu'on dresserait à l'aide des analyses de MM. Donzé et Lambling; je pense néanmoins que l'on pourra adopter de préférence les valeurs actuelles, comme résultant d'un ensemble plus nombreux, dont la moyenne a été contrôlée mathématiquement.

L'examen des chiffres détaillés montrera de plus que le travail musculaire paraît sans influence notable sur l'excrétion totale de l'azote, tandis qu'il détermine une augmentation indéniable du phosphore phosphatique et aussi de l'azote ici indéterminé (qui comprend la créatinine, le groupe des acides oxyprotéiques et de l'urochrome, l'acide hippurique, les amino-acides, etc.). A cette augmentation de la créatinine et des acides oxyprotéiques correspondrait une légère diminution de l'urée.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action des produits de la réaction sur le dédoublement des graisses par le suc pancréatique.* Note de Mlle **L. Kalaboukoff** et de M. **Émile Terroine**, présentée par M. Dastre.

Nous avons étudié l'action des produits de la réaction (acides gras, savons, glycérine) sur le dédoublement des graisses par le suc pancréatique. Une telle recherche n'a pas été faite jusqu'ici systématiquement.

Technique. — Nous avons fait agir du suc pancréatique de sécrétine recueilli et conservé aseptiquement sur des graisses neutres et des éthers. Les mélanges étaient agités à la main toutes les dix minutes pendant les six premières heures. La digestion s'effectuait à 36°. Elle était mesurée par des dosages d'acidité faits à différents moments sur des prises de 10^{cm^3} à l'aide de soude N/10, l'indicateur étant la phénolphtaléine. Tous les dosages ont été faits en présence d'une grande quantité d'alcool; la présence d'alcool rend, en effet, le mélange plus homogène en dissolvant les acides gras et, par suite, les graisses neutres, et en empêchant l'hydrolyse des savons formés au cours des dosages.

I. *Action des acides gras et des savons.* — L'addition d'acide butyrique à un mélange de butyrate d'éthyle et de suc pancréatique, l'addition d'acide

oléique à un mélange d'huile d'olive et de suc, ou bien de crème et de suc, diminuent considérablement la vitesse de dédoublement de ces corps et peut même l'empêcher totalement :

	Accroissement de l'acidité après	
	$1^h 50^m$.	$6^h 10^m$.
20^{cm^3} huile + 5^{cm^3} suc pancr. + 10^{cm^3} eau	6,1	9,4
20^{cm^3} huile + 5^{cm^3} suc pancr. + 8^{cm^3} eau + 2^{cm^3} acide oléique ..	3,2	4,1

Mais ces résultats sont ambigus, l'acidité pouvant par elle-même ralentir le dédoublement. Nous avons donc étudié l'action, non plus de l'acide, mais de son sel de soude qui se forme également au cours de la digestion. L'addition de butyrate de soude à du butyrate d'éthyle, d'oléate de soude neutre à de l'huile d'olive, diminue considérablement la vitesse de dédoublement de ces corps par le suc pancréatique :

	Acidité après $6^h 40^m$.
20^{cm^3} huile + 5^{cm^3} suc pancr. + 10^{cm^3} eau	8,0
20^{cm^3} huile + 5^{cm^3} suc pancr. + 10^{cm^3} oléate de soude à 1 pour 100......	3,5

Il doit être noté ici que la graisse saponifiée du premier mélange représente environ $\frac{1}{20}$ de la quantité introduite.

II. *Action de la glycérine sur la digestion pancréatique de l'huile.* — L'addition de glycérine neutre à un mélange de suc pancréatique et d'huile préalablement émulsionnée ou non détermine une accélération considérable de la vitesse du dédoublement, que le suc pancréatique soit employé tel quel ou qu'il soit activé par addition de sels biliaires.

	Acidité après		
	$1^h 30^m$.	$4^h 30^m$.	$22^h 30^m$.
20^{cm^3} émulsion huile + 5^{cm^3} suc pancr. + 10^{cm^3} eau	4,0	4,5	7,1
20^{cm^3} émulsion huile + 5^{cm^3} suc pancr. + 10^{cm^3} glycérine .	8,8	10,4	13,5
20^{cm^3} émulsion huile + 5^{cm^3} suc bouilli + 10^{cm^3} eau....................			alcalin
20^{cm^3} émulsion huile + 5^{cm^3} suc bouilli + 10^{cm^3} glycérine...............			alcalin

Cette accélération peut s'observer également sur d'autres graisses : huile de coton, huile de ricin, etc. Elle est beaucoup plus importante si l'on emploie, pour l'étude de la digestion, de l'huile non préalablement émul-

sionnée :

	Acidité après	
	1h55m.	24h.
10cm³ huile + 5cm³ suc pancr. + 10cm³ eau...........	1,2	2,6
10cm³ huile + 5cm³ suc pancr. + 10cm³ glycérine......	6,0	11,0

Ce résultat (accélération du dédoublement de l'huile en présence de glycérine) était inattendu; comment devait-on le comprendre? Plusieurs hypothèses pouvaient être envisagées : la glycérine exerçait une action spécifique, ou bien elle influait sur la répartition du ferment entre la phase aqueuse et la phase huileuse, ou bien encore elle homogénéisait le mélange en digestion, augmentant ainsi la surface de contact du corps à digérer avec le ferment. C'est ce dernier point qui nous a semblé le plus important et que nous avons soumis tout d'abord à l'expérimentation. Si cette dernière hypothèse est exacte lorsque la surface de contact de la graisse à digérer ne peut pas varier, l'addition de glycérine ne doit pas modifier sa vitesse de digestion; d'autre part, l'addition d'un corps quelconque susceptible de rendre plus homogène le mélange du suc et du corps à digérer doit, comme la glycérine, accélérer la vitesse de digestion. Nous avons étudié ces différents points.

III. *Action de la glycérine sur la digestion pancréatique d'un éther dissous, des émulsions naturelles parfaites, d'une graisse solide.* — Pour que l'addition de glycérine ne puisse pas modifier la grandeur de la surface du corps à digérer, nous avons pris soit des solutions de monobutyrine, soit des émulsions naturelles parfaites telles que la crème et le jaune d'œuf, soit une graisse solide telle que des cubes de graisse de porc. Dans aucun de ces cas la glycérine n'a provoqué la moindre accélération; les chiffres ci-dessous viennent à l'appui de cette affirmation :

	Acidité après		
	2h5m.	5h30m.	22h.
20cm³ crème + 5cm³ suc pancr. + 20cm³ eau..................	8,7	11,0	13,2
20cm³ crème + 5cm³ suc pancr. + 10cm³ eau + 10cm³ glycérine...	8,3	11,3	12,9
20cm³ émulsion jaune d'œuf + 5cm³ suc pancr. + 20cm³ eau.....	»	13,7	16,7
20cm³ émulsion jaune d'œuf + 5cm³ suc pancr. + 10cm³ eau + 10cm³ glycérine..................................	»	13,5	16,4

Pour des quantités plus considérables de glycérine, on observe même un léger retard du dédoublement.

IV. *Action de substances ayant une viscosité analogue à celle de la glycérine sur le dédoublement des huiles.* — Nous avons employé des solutions très épaisses de diverses gommes ou des sirops de sucre. Les mélanges en

digestion contenant ces corps étaient beaucoup plus homogènes que les mélanges témoins et le dédoublement y était considérablement accéléré :

	Acidité après	
	2h.	6h 40m.
20cm³ d'huile d'olive + 5cm³ suc pancr. + 10cm³ eau..........	5,8	8,9
20cm³ d'huile d'olive + 5cm³ suc pancr. + 10cm³ sirop de sucre.	34,1	40,1

L'ensemble de ces faits montre donc que, sans exclure l'intervention possible d'autres facteurs, l'accélération par la glycérine du dédoublement de l'huile par le suc pancréatique doit être rapportée, pour une part très importante, à l'augmentation de la surface de contact du corps à dédoubler avec le ferment.

MÉDECINE. — *De la tonalité du son de percussion.* Note de M. **Gabriel Arthaud**, transmise par M. Lannelongue.

La percussion digitale du thorax reste encore, malgré toutes les méthodes nouvelles, le moyen le plus pratique, le plus simple et le plus sûr d'exploration du poumon. Mais, pour enlever à ce procédé la tare empirique qui le déprécie, il convient de donner à l'étude du son de percussion la précision nécessaire à l'établissement d'une base normale sans laquelle les variations pathologiques ne peuvent être utilement appréciées. C'est dans ce but qu'ont été poursuivies les recherches qui font l'objet de ce travail.

A l'état normal, la percussion digitale du poumon fournit un bruit presque dépourvu de caractère musical. Cependant, si, à l'exemple des anciens et suivant la technique si admirablement précisée par Woillez dans son *Traité d'auscultation*, on pratique la percussion dite *profonde*, on arrive avec un peu de pratique à obtenir un son suffisamment prolongé et à caractère musical assez tranché pour qu'on puisse le soumettre à l'analyse acoustique au point de vue de ses caractères essentiels : tonalité, intensité, timbre.

Donc, pour mettre en évidence la tonalité du son de percussion, il convient de percuter avec force, de manière à prolonger la durée et à augmenter l'intensité, conditions favorables à l'appréciation de la hauteur du son qu'il s'agit de mesurer. Nous avons employé deux méthodes techniques de mesure :

1° La comparaison avec des boîtes de résonance étalonnées par Lancelot et vérifiées par nous, et dont la percussion fournit une note fixe;

2° La recherche du maximum de résonance dans un résonnateur dit *universel* construit pour cet usage.

Les résultats obtenus ont été très constants et nous ont conduit aux conclusions suivantes :

1° La tonalité du son pulmonaire est fonction linéaire de la taille et dépend uniquement de la longueur du tuyau bronchique.

2° Cette tonalité correspond à un son moyen d'environ 900 vibrations doubles chez l'adulte, c'est-à-dire au *la* de la troisième octave et assez voisine du *si* ♭, qui représente le vocable de la voyelle *a*.

3° Cette tonalité, contrairement à une opinion courante, est la même pour toute l'étendue du thorax. Des différences légères d'intensité et de timbre expliquent les divergences qui se sont produites dans l'appréciation auriculaire de cette tonalité. Des lésions légères ou graves du sommet, dont la fréquence anatomo-pathologique est de 50 pour 100 à l'âge moyen, augmentent encore la cause d'erreur.

Ces constatations montrent qu'à l'état normal, le son de percussion représente le son fondamental du tuyau bronchique, dont la longueur normale serait d'environ 20^{cm} chez l'adulte, tuyau fermé commençant au larynx et se terminant dans le parenchyme. Le tuyau de 40^{cm} ouvert que représente l'ensemble des voies respiratoires n'intervient que comme renforcement, car la fermeture de la cavité buccale ne fait qu'affaiblir le son, sans altérer sa tonalité.

A l'aide de ces bases normales, il est facile de comprendre et d'interpréter les phénomènes pathologiques. L'expérience montre que dans tous les états pathologiques la tonalité se modifie.

Dans deux lésions seulement cette tonalité diminue et ce sont justement celles dans lesquelles la longueur du tuyau bronchique est augmentée, c'est-à-dire l'emphysème *vrai* de Laennec et le pneumo-thorax. En outre de la variation de tonalité, il se produit d'ailleurs une augmentation sensible de l'intensité et une altération profonde du timbre.

Dans tous les autres cas qui, au contraire, par inflammation, congestion ou sclérose, diminuent la longueur du tuyau bronchique, l'augmentation de la tonalité est la règle.

La relation entre la diminution de longueur du tuyau bronchique et l'augmentation de tonalité est d'ailleurs si étroite, qu'il est facile de constater que dans les lésions chroniques de toute origine qui s'accompagnent de sclérose ascendante des bronches, la tonalité devient fonction du temps d'évo-

lution et que, comme nous l'avons signalé depuis longtemps, cette tonalité est caractéristique de l'âge d'une lésion.

Ces différences de tonalité entre les diverses régions du poumon ne sont pas extrêmement étendues; elles ne correspondent qu'à des écarts qui ne dépassent pas une tierce majeure. Cet intervalle représente une variation de longueur qui est de 5^{cm} tout au plus, ce qui montre la sensibilité de cette technique et les ressources qu'elle peut fournir.

Malgré les intervalles relativement petits qu'il s'agit d'apprécier, ces nuances sont néanmoins parfaitement perceptibles, car elles s'accompagnent de variations décroissantes et simultanées d'intensité et de durée, ainsi que de différences de timbre qui les rendent très sensibles, même à une oreille peu exercée.

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence d'une nouvelle fenêtre de terrains prépyrénéens au milieu des nappes nord-pyrénéennes, aux environs d'Arbas (Haute-Garonne).* Note de M. **Léon Bertrand**, présentée par M. Michel Lévy.

Dans les Cartes géologique et structurale qui accompagnent mon récent Mémoire sur les Pyrénées (1), j'ai figuré, aux environs d'Aspet et Arbas, principalement d'après des documents qui m'avaient été communiqués par M. Carez, un important affleurement primaire (massif de Milhas), apparaissant à la base des couches secondaires inférieures de la nappe nord-pyrénéenne que j'ai désignée par la notation B, et appartenant aussi à cette même nappe. J'indiquais, d'autre part (p. 131), que la surélévation correspondante de la nappe B se place dans le prolongement de l'anticlinal, commun aux diverses nappes pyrénéennes, auquel est due l'apparition des terrains prépyrénéens dans les deux fenêtres d'Oust-Massat et de Rabat. En figurant ce massif primaire, j'avais admis, avec M. Carez, et sans avoir personnellement étudié les environs d'Arbas, que tout l'espace compris à l'intérieur du contour qui délimite la base des terrains secondaires de la nappe B est bien occupé par des terrains primaires.

Je connaissais effectivement ceux-ci aux environs d'Aspet et de Milhas, ainsi que sur une étroite bande au sud de Herran et de Fougaron, que j'avais suivie en longeant la base des couches secondaires qui forment la crête de la forêt de Buzan. Quant aux

(1) *Bull. Serv. Carte géolog. fr.*, n° 118, 183 p., 40 fig. et 5 pl. Paris, décembre 1907.

environs d'Arbas, le grand Mémoire de M. Carez sur la Géologie des Pyrénées françaises (p. 1305) les mentionne de la manière suivante : « Dans la partie centrale, au contraire (environs d'Arbas et de Fougaron), le Primaire ne présente pas d'intrusions de roches éruptives, ce qui l'a fait méconnaître et classer dans le Secondaire ([1]). Il est constitué par une alternance de schistes noirs et gris foncé, devenant jaunes par altération, et de bancs de calcaire dur presque noir, généralement peu épais; il y a aussi quelques grès et, entre Herran et Arbas, des brèches noires à gros éléments. Ces couches sont plissotées, sans direction générale de plissements. Leur âge est encore mal déterminé : elles semblent se rapporter à l'Ordovicien ou au Dévonien inférieur. » M. Carez s'étant fait une spécialité de l'étude des couches secondaires pyrénéennes, je n'eus pas de doute que ces couches, qu'il rejetait de la série secondaire, fussent effectivement primaires; comme, d'autre part, j'avais rencontré du Gothlandien et de l'Ordovicien au sud-est de Fougaron, et comme la région entre Aspet et Arbas montre des schistes séricíteux plus anciens, j'avais adopté, provisoirement et sans délimitation précise, mais en pensant rester dans une approximation très suffisante, un âge ordovicien ou plus ancien pour les couches en question des environs d'Arbas.

Aussi, dans les courses que je viens de faire récemment au voisinage de cette localité, pour l'achèvement de la feuille géologique de Bagnères-de-Luchon, je fus très étonné de rencontrer, tout alentour d'Arbas et de Fougaron, un très beau développement de dalles gréseuses jaunâtres, extrêmement régulières et fortement psammitiques, qui servent à faire les clôtures des champs. Ces grès sont incomparablement plus développés que la description précitée permet de le penser et, d'autre part, ils sont identiques à ceux du Crétacé supérieur qui se montrent dans les fenêtres de Rabat et d'Oust-Massat. Quant aux couches avec lesquelles ils alternent, ce sont de véritables marnes ayant une structure plus ou moins schisteuse, mais qui ne ressemblent, à ma connaissance, aux schistes d'aucun niveau primaire pyrénéen. Les calcaires, qui s'intercalent çà et là en bancs peu épais et toujours subordonnés aux grès, introduisent, il est vrai, une légère différence de facies avec la composition des couches des fenêtres ariégeoises; mais, lorsqu'ils deviennent plus abondants vers la base de la formation, en dessous de Herran, ils s'associent aux brèches très grossières et polygéniques qu'indique M. Carez et où il est facile de retrouver des fragments des couches secondaires nord-pyrénéennes. Ces brèches me semblent identiques à celles qui se rencontrent dans le Cénomanien prépyrénéen et la détermination de l'âge précis de la série gréseuse supérieure ne peut donner lieu qu'à la même

---

([1]) En particulier par M. Caralp, qui les avait assimilées à son *flysch de la Bellongue*; mais celui-ci n'est, en réalité, qu'un complexe hétérogène, qui comprend des couches primaires et d'autres d'âge secondaire variable.

discussion que pour les deux fenêtres ariégeoises, c'est-à-dire qu'ils seraient probablement sénoniens et, en tout cas, au moins cénomaniens.

Je ne puis m'expliquer que l'âge de ces couches ait été méconnu, malgré leur facies bien caractéristique, qu'à cause de leur situation tout à fait anormale et entièrement inexplicable si l'on ne fait pas appel à la notion des charriages. C'est qu'en effet, dans la région à l'est d'Arbas et Herran, elles occupent la même situation stratigraphique apparente que les terrains primaires aux environs d'Aspet et Milhas; le long du bord nord-est de leur affleurement, elles s'enfoncent sous la série secondaire inférieure B avec une complète indépendance de direction et d'allure, qui les a fait considérer comme ayant été le substratum originel des couches de cette série, alors qu'elles ne sont pour elles qu'un substratum d'occasion. D'ailleurs, lorsqu'on suit le contact de ces deux séries de couches, on voit qu'en certains points au nord-est et au sud d'Arbas, la série secondaire B est incomplète à sa base, les dolomies jurassiques y reposant directement sur les grès crétacés. Par contre, à l'ouest d'Arbas, on voit reparaître les terrains primaires à la base de la nappe B, au-dessous des couches secondaires inférieures, et le Crétacé supérieur s'enfonce alors sous ces schistes gneissiques comme ailleurs il disparaissait sous les couches secondaires. De même, au sud de Herran et de Fougaron, la lame ordovicienne et gothlandienne dont j'ai précédemment parlé se montre à la base de la nappe B; celle-ci apparaît donc, là comme partout où j'ai pu étudier sa base, pourvue ou non de couches primaires et, dans ce dernier cas, les couches secondaires inférieures peuvent elles-mêmes manquer : c'est bien l'allure générale que j'ai mise en évidence pour les nappes nord-pyrénéennes.

D'autre part, dans la région de Herran, une lame plus ou moins épaisse de calcaires secondaires marmorisés et accompagnés de roches intrusives basiques s'intercale entre les schistes primaires de la nappe B et le substratum de Crétacé supérieur. Au premier abord, il semble naturel de penser que c'est un témoin de la nappe inférieure A qui se montre vers le bord méridional de la fenêtre d'Arbas. Mais j'ai pu reconnaître que ces couches sont renversées, ce qui est d'accord avec leur marmorisation et leur cortège de roches basiques pour me faire penser que c'est un fragment de la région frontale de la nappe B qui est resté en arrière et laminé sous celle-ci. Quelle que soit d'ailleurs l'opinion qu'on ait à cet égard, la localisation d'un témoin de A sur le seul bord méridional de la fenêtre ou l'absence de tout témoin de cette nappe inférieure constituent une vérification de l'hypothèse que j'ai émise (*loc. cit.*, p. 132) relativement au débordement de la nappe B

par rapport à A à l'ouest du Salat, et l'on constate la superposition directe de la nappe B aux couches prépyrénéennes que j'avais prévue dans mon Mémoire.

En résumé, la découverte de la nouvelle fenêtre d'Arbas permet de faire une série de constatations de grande importance, venant toutes à l'appui de l'interprétation que j'ai donnée de la structure du bord pyrénéen septentrional.

SISMOLOGIE. — *Perturbation sismique du 13 octobre 1908.* Note de M. **Alfred Angot.**

Une perturbation sismique importante a été enregistrée, le 13 octobre, à l'Observatoire du Parc Saint-Maur (sismographe photographique Milne à deux composantes). Elle paraît correspondre à un tremblement de terre qui, d'après les journaux, aurait été ressenti à Mexico.

Les mouvements, très nets mais de faible amplitude pour la composante W-E, sont beaucoup plus grands pour la composante N-S. Nous indiquerons seulement les principaux résultats relatifs à cette composante, en rapportant les heures au temps moyen civil de Greenwich, conformément aux usages internationaux. La vitesse de déroulement du papier (4^{mm}, 2 par minute) et surtout les irrégularités du mouvement d'horlogerie ne permettent pas d'évaluer le temps à plus de 10 ou 12 secondes près; les heures des secousses sont donc données en minutes et dixièmes de minute, la fraction de minute ne pouvant être garantie à plus de $\pm 0^m,2$.

Le tracé, absolument calme toute la nuit, montre, à partir de $5^h 19^m,7$, un frémissement très appréciable qui a persisté jusque vers $8^h 10^m$. Dans cet intervalle de près de 3 heures, on distingue au moins 16 périodes d'agitation plus grande, dont les principales sont les suivantes:

Première période : début à $5^h 29^m,8$; amplitude $1^{mm},5$.

Cinquième période (principale) : début à $5^h 53^m,5$; amplitude maximum, $6^{mm},2$ à $6^h 1^m$.

Sixième période : début à $6^h 8^m,7$; amplitude, $1^{mm},9$.

Neuvième période : début à $6^h 25^m,4$; amplitude, $0^{mm},9$.

Quinzième période : début à $7^h 28^m,1$; amplitude maximum, $1^{mm},0$ vers $7^h 34^m$.

Les constantes du sismographe, pour le jour de l'observation, sont les sui-

vantes : durée d'oscillation du pendule N-S, $17^s,5$; du pendule W-E, $15^s,8$; un déplacement de 1^{mm} sur la courbe d'enregistrement correspond à une dénivellation de $0'',48$.

L'instrument ne possède aucune disposition pour amortir les oscillations qui, après une seule impulsion, restent perceptibles pendant plus de 10 minutes; on ne peut donc indiquer actuellement avec quelque certitude que l'heure du début des secousses. Des mesures immédiates seront prises pour remédier à cet inconvénient; mais il est à souhaiter que l'Observatoire soit doté promptement d'un sismographe plus sensible et surtout qui permette d'évaluer le temps avec une plus grande exactitude. En attendant, le sismographe actuel sera maintenu en fonctionnement régulier à l'Observatoire du Parc Saint-Maur, grâce au dévouement de M. Moureaux, qui a bien voulu accepter temporairement cette charge nouvelle.

HYDROLOGIE. — *Sur l'érosion des grès de Fontainebleau.* Note de **M. E.-A. Martel.**

Dans une Note du 22 juin 1908 j'ai expliqué comment les roches pédonculées et ruiniformes des calcaires sont dues à l'érosion des eaux tourbillonnantes torrentielles. Il résulte des observations que j'ai accumulées de 1904 à 1908 que cette règle est applicable aussi aux grès de Fontainebleau.

La fissuration naturelle de ces grès les a, en effet, prédisposés tout spécialement à l'action des érosions hydrologiques tant superficielles que souterraines.

Sept caractères morphologiques établissent comment se sont réalisées ces érosions :

1° Les trois *gouffres* de *Clair-Bois* sont de vraies bouches d'absorption des eaux anciennes par les fissures mêmes du grès, arrondies en avens circulaires; celui de la *Malemontagne* représente un entonnoir d'effondrement, ayant crevé le calcaire de Beauce, au-dessus d'une zone sablonneuse affouillée et entraînée par l'eau souterraine.

2° Les *cavernes* (Augas, du Parjure, Saint-Hubert, etc., et celles des Voleurs et du Diable à Larchant, près Nemours), absolument naturelles aussi, présentent des reliefs intérieurs ostensiblement frappés au coin d'une véritable érosion souterraine, tout pareils aux accidents du calcaire; érosion mécanique bien entendu, puisque la réelle corrosion (chimique) a dû être nulle sur ces grès à ciment siliceux.

3° Les *roches percées* abondent partout, horizontales sur les crêtes et dans les

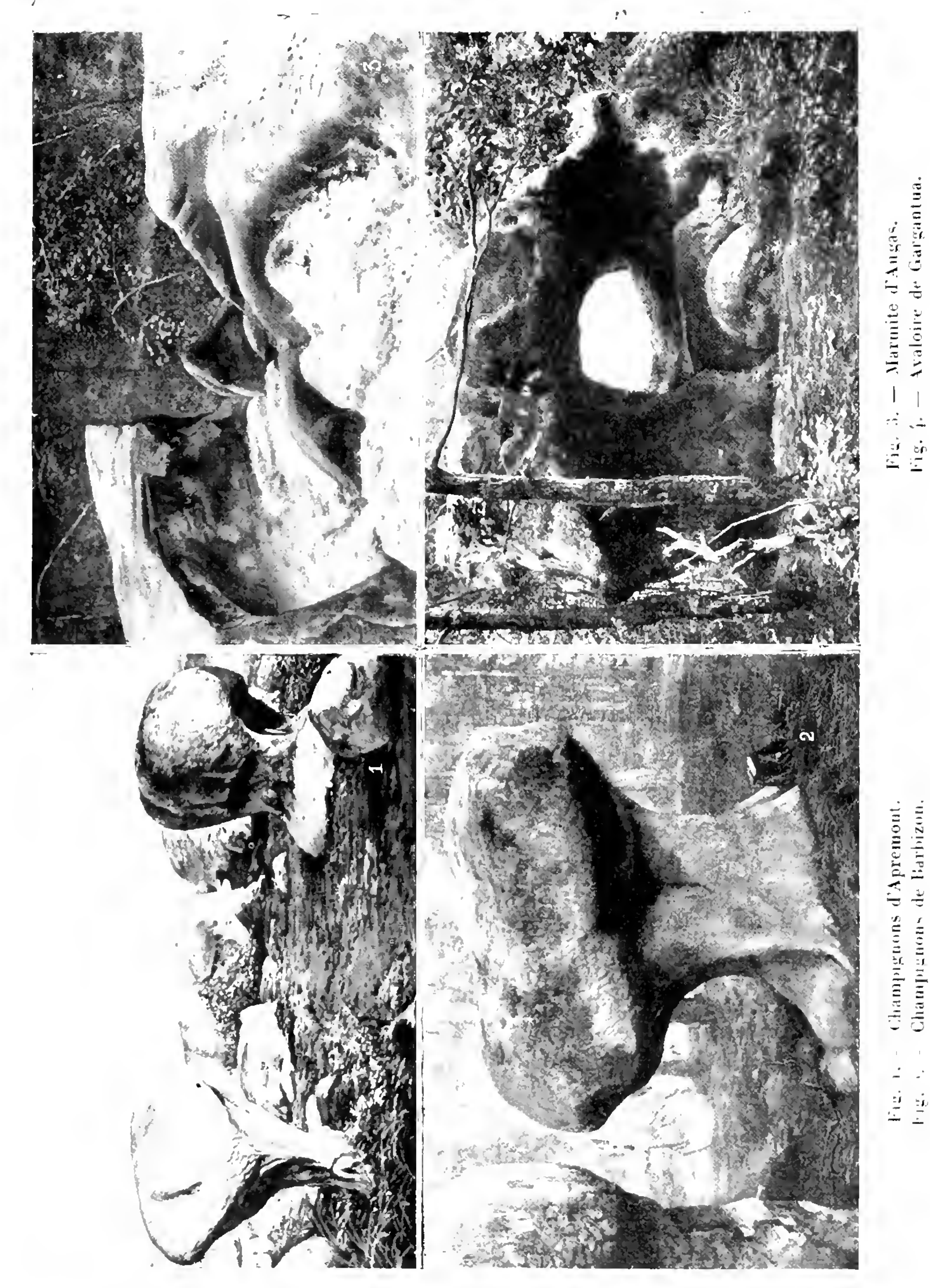


Fig. 1. — Champignons d'Apremont.
Fig. 2. — Champignons de Barbizon.

Fig. 3. — Marmite d'Augas.
Fig. 4. — Avaloire de Gargantua.

fonds; obliques sur les pentes où elles ont basculé par suite de l'enlèvement du sable sous-jacent. J'en énumérerai et figurerai les principaux types, fort suggestifs, dans un travail spécial. Les plus topiques sont l'avaloire de Gargantua, l'éléphant de Barbizon, la marmite du Diable ou Éléphant, à Larchant (près Nemours), énorme et avec trois arcades, etc.

4° Les *couloirs sous-roches,* ou rainures horizontales, ont aussi le même profil que dans les calcaires rabotés par des rivières.

5° Les *marmites de géants* ne sauraient être dues à la stagnation d'eaux acidulées, puisque le ciment des grès est reconnu maintenant comme siliceux. Les plus remarquables sont à la mare du Mont-Ussy, près de la caverne d'Augas, à Recloses, etc.

6° Les *champignons* ou *roches pédonculées* d'Apremont, de l'éléphant de Barbizon, etc. rappellent à s'y méprendre l'amphore de Montpellier-le-Vieux, etc., et surtout le champignon du Verdon (voir ma Note du 22 juin) que les torrents seuls ont pu amincir au pied.

7° Je viens de rencontrer (2 octobre) des *galets roulés en grès* (dont on contestait jusqu'ici l'existence) à Larchant, dans le sable obstruant une ancienne marmite derrière l'éléphant.

Les figures ci-contre affirment suffisamment que des roches ainsi détourées fournissent la preuve matérielle du passage d'anciennes eaux courantes.

Ce n'est donc pas le travail des eaux de pluie, des simples ruissellements locaux qui doit expliquer la capricieuse morphologie des grès de Fontainebleau.

Malgré les derniers et savants travaux dont les grès de Fontainebleau ont été récemment l'objet, il faut revenir à l'hypothèse de Belgrand sur l'action des courants violents ; toutefois M. Douvillé a eu parfaitement raison de contester que les alignements des grès soient uniquement dans la direction de ces courants « déterminée elle-même par la pente générale du bassin ». On observe en effet des sens divers, parfois même opposés, dos à dos (gorges du Houx et de Franchard) dans les ravinements : ceux de Larchant vont du S.-O. au N.-E. Il est probable que les écoulements, pour des causes qu'on ne saurait préciser (mais dont la principale est le creusement des vallées et l'approfondissement du niveau de base), ont changé plusieurs fois de direction pendant la longue période (fin du Miocène au début du Pléistocène sans doute) où ils se sont manifestés; ils se sont abaissés peu à peu de 60^m à 80^m, depuis le sommet des *monts* jusqu'au fond des *gorges* qui accidentent aujourd'hui toute l'aire des grès de Fontainebleau, si étrangement burinée par d'indiscutables érosions très puissantes.

PALÉOBOTANIQUE. — *Sur la présence des genres* Salvinia *Mich.*, Nymphæa *Tourn. et* Pontederia *Linn. dans les argiles sparnaciennes du Montois.* Note de M. **P.-H. Fritel**, présentée par M. R. Zeiller.

A la base des argiles plastiques grises exploitées à Cessoy (Seine-et-Marne), il existe un banc noirâtre renfermant de nombreuses empreintes végétales d'une belle conservation.

Ce gisement, à la suite de recherches personnelles, m'a procuré des restes se rapportant indubitablement à une Rhizocarpée du genre *Salvinia*.

J'ai, de plus, constaté la présence des genres *Nymphæa* et *Pontederia* dans une série d'empreintes, provenant de la même localité, qui m'a été remise par M. Marin, directeur d'écoles à Chelles.

Les deux premiers de ces trois genres sont nouveaux pour la flore éocène et le dernier n'a pas encore été signalé à l'état fossile; leur présence dans les argiles sparnaciennes de Cessoy constitue donc un fait intéressant pour la paléobotanique de la région parisienne.

Le genre *Salvinia* n'est représenté à l'état fossile que par un nombre très restreint d'espèces qui appartiennent toutes à l'Oligocène et au Miocène; seule une espèce américaine, *S. elliptica* Newby, a été rapportée, mais avec quelque doute, au Crétacé supérieur ([1]).

L'espèce de Cessoy, que je désigne sous le nom de *S. Zeilleri*, se distingue de ses congénères fossiles par ses dimensions et par la forme de ses feuilles; les caractères qu'elle présente tendent, au contraire, à la faire considérer comme extrêmement voisine d'une espèce actuelle, le *S. auriculata* Aublet, du Brésil.

En Amérique, le genre *Nymphæa* paraît faire son apparition dès la fin de l'époque crétacée, dans les sédiments du *Montana group* de Dutton Creek, Wyoming, où il est représenté par le *Castalia? Duttoniana* Knowlt., espèce d'ailleurs douteuse, vu l'état défectueux de l'empreinte, à en juger du moins par le dessin qui en a été donné ([2]).

En Europe, l'espèce la plus anciennement connue jusqu'à ce jour était le *N. Doris* Heer, du Ludien de Bovey-Tracey (Angleterre), toutes les autres espèces citées datant de l'époque aquitanienne.

([1]) Newberry, mss. Hollick (*Bull. Tor. Bot. Club*, vol. XXI, 1894, p. 255, *Pl. CCV, fig.* 14-15).

([2]) Knowlton, *Fl. of the Montana formation* (*Bull. U. S. Geol. Survey*, 1900, nº 163, *Pl. VIII, fig.* 7).

Le *Nymphæa* de Cessoy doit donc être considéré comme le plus ancien représentant du genre en Europe, puisqu'il recule son apparition au début de l'Éocène; il se différencie d'ailleurs des autres espèces fossiles par les caractères que peuvent fournir les cicatrices pétiolaires et radiculaires qui ornent son rhizome.

Dans ce type, que je distinguerai spécifiquement sous le nom de *Nymphæa Marini*, la disposition des radicules est surtout bien différente de celle qui se montre sur les rhizomes des espèces déjà connues. Elles sont relativement plus petites, plus espacées, et forment à la base du coussinet deux rangées presque parallèles, beaucoup plus régulières que dans les espèces plus récentes.

Quant au genre *Pontederia*, inconnu jusqu'à ce jour à l'état fossile, il est représenté dans les argiles sparnaciennes de Cessoy par des empreintes qui ne laissent subsister aucun doute sur leur attribution générique.

Elles résultent de la fossilisation de feuilles d'assez grande taille, très probablement ovales-lancéolées et hastées à la base, mais de la forme exacte desquelles il est difficile de se faire une idée précise par suite de la confusion des empreintes qui représentent le plus souvent des organes repliés sur eux-mêmes et empilés, en plus ou moins grand nombre, les uns sur les autres.

La partie médiane du limbe est occupée par une nervure primaire assez forte et constituée par un faisceau de veinules qui s'en écartent sous des angles variables, le plus souvent assez aigus. Ces nervures secondaires montent ensuite obliquement vers la marge, qu'elles atteignent en se relevant presque parallèlement au bord. Elles sont fines, parallèles, légèrement flexueuses et réunies entre elles par des trabécules transverses, un peu plus fines qu'elles. Ces trabécules, peu apparentes sur les feuilles vivantes, sont au contraire bien accusées sur les empreintes fossiles.

Comparée aux espèces vivantes c'est avec le *P. cordata* Ln. sp. de la Louisiane et du Mexique et plus particulièrement avec la variété *sagittata* Presl. que l'espèce de Cessoy présente le plus d'analogies.

Je propose de désigner la forme fossile sous le nom de *Pontederia montensis*, qui rappelle celui de la région (le Montois) dans les gisements sparnaciens de laquelle cette espèce paraît très répandue.

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 octobre 1908.

Souvenirs de Marine. Collection de plans ou dessins de navires et de bateaux anciens ou modernes existants ou disparus, avec les éléments numériques nécessaires à leur construction, par le Vice-Amiral Paris; publication continuée par les soins de l'Académie des Sciences, 6e Partie, planches 301 à 360. Paris, Gauthier-Villars, 1908; 1 vol. in-f°.

Le Cacaoyer dans l'Ouest africain, par M. Aug. Chevalier. (*Les végétaux utiles de l'Afrique tropicale française;* fasc. IV, juin 1908.) Paris, Augustin Challamel; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Edmond Perrier, ainsi que l'Ouvrage suivant.)

Novitates floræ africanæ. Plantes nouvelles de l'Afrique tropicale française, décrites d'après les collections de M. Aug. Chevalier. Paris, Paul Klincksieck, 1907-1908; 2 fasc. in-8°.

Sur les variations de la température d'ébullition de l'eau à Panama, par M. Ciro L. Urriola, avec un graphique ms. h. t. S. l. n. d.; 1 fasc. in-8°.

Annales de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier; nouvelle série, t. VIII, fasc. 1. Montpellier, 1908; 1 fasc. in-8°.

Informe preliminar sobre la zona petrolifera del norte del Perú, por V.-F. Masters. (*Boletin del Cuerpo de Ingenieros de Minas del Perú;* n° 50.) Lima, 1907; 1 vol. in-8°.

Recursos minerales del departamento de Apurimac, por A. Jochamowitz. (*Boletin del Cuerpo de Ingenieros de Minas del Perú;* n° 58.) Lima, 1908; 1 fasc. in-8°.

Yearbook of the United States department of Agriculture, 1907. Washington, 1908; 1 vol. in-8°.

Annual Report of the board of scientific Advice for India, for the year 1906-1907. Calcutta, 1908; 1 fasc. in-8°

Bulletin of the Bureau of Standards; t. V, n° 1. Washington, 1908; 1 vol. in-8°.

Universal-Archiv für Wissenschaft und Literatur; nr 1, 15 October 1908. Berlin, E. Lowenthal; 1 fasc. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 OCTOBRE 1908.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie les *Observations faites au cercle méridien en* 1907, *à l'Observatoire d'Abbadia*, par MM. Verschaffel, Lahourcade, Sorreguieta, Beigbeder, Dupouy, publiées par M. l'Abbé Verschaffel, Directeur de l'Observatoire.

M. **Deslandres** présente un nouveau Tome des *Mémoires relatifs à la Physique*, publié par MM. *H. Abraham* et *P. Langevin*, aux frais de la Société française de Physique. Le Tome est consacré à l'œuvre entière du regretté Pierre Curie. Il permet de suivre les phases successives de ses grandes découvertes. L'intérêt du Livre est donc exceptionnel, d'autant qu'il est rehaussé par une préface de Mme *Curie*, la digne compagne de la vie du maître, de ses travaux et de sa gloire. Il faut signaler un portrait inédit de Pierre Curie, qui le représente dans une pose méditative, et à la fin plusieurs vues du petit laboratoire, si mal pourvu à tant d'égards, où il a poursuivi ses principales recherches.

HISTOIRE DES SCIENCES. — M. **Jules Tannery** s'exprime en ces termes :

J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie de la liste des travaux de mon frère. La liste des travaux qui regardent spécialement les Mathématiques avait déjà été publiée par M. Eneström dans la *Bibliotheca mathematica* (3e série, t. VI). La présente liste, qui est très longue, a été dressée, avec un soin pieux, par Mme Paul Tannery; elle est extraite du Tome IV de la 6e série des *Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de*

Bordeaux. L'Académie connaît l'importance de ce Recueil, qui contient un grand nombre des travaux de mon frère. M. Duhem a bien voulu écrire quelques pages sur les deux séjours de Paul Tannery à Bordeaux et sur son rôle à la Société des Sciences physiques et naturelles; Mme Paul Tannery a désiré que la Notice que j'avais rédigée, sur la demande de M. Claparède, pour le Volume qui contient les Rapports et Comptes rendus de IIe Congrès international de Philosophie, tenu à Genève en 1904, figurât en tête de la présente publication.

J'ajoute que Mme Paul Tannery s'occupe activement de réunir les œuvres de son mari, éparses dans un grand nombre de périodiques; M. Zeuthen et M. Heiberg lui ont offert de diriger la publication de ces œuvres. Je ne saurais dire assez la reconnaissance que nous éprouvons, ma belle-sœur et moi, pour ces deux savants : elle sera partagée par tous ceux qui s'intéressent à l'histoire des Sciences.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Secrétaire perpétuel pour les Sciences physiques, en remplacement de M. *H. Becquerel*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 50,

M. Van Tieghem obtient. . . . . 49 suffrages

Il y a 1 bulletin blanc.

M. **Van Tieghem**, ayant réuni l'unanimité des suffrages exprimés, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

CORRESPONDANCE.

L'**Académie impériale de Saint-Pétersbourg** adresse l'expression de ses sentiments de vive condoléance à l'occasion du décès de M. *E.-L. Mascart*, Membre correspondant depuis 1891.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° Observatoire d'Alger : *Catalogue photographique du Ciel. Coordonnées rectilignes*. Tome VI. Zone — 2° à 0°. Deuxième fascicule : de $4^h 36^m$ à $23^h 56^m$.

2° Commission permanente internationale d'Aéronautique : *Procès-verbaux et Comptes rendus de la Session extraordinaire tenue à Bruxelles du 12 au 15 septembre 1907*. (Présenté par M. le Prince Roland Bonaparte.)

3° *Espèces et variétés, leur naissance par mutation*, par Hugo de Vries. Traduit de l'anglais par L. Blaringhem. (Présenté par M. G. Bonnier.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète 1908 c, faites à l'Observatoire de Bordeaux avec l'équatorial de* 0^m.38. Note (1) de M. **Luc Picart**.

Dates. 1908.	Étoiles de comparaison.	Comète. — Étoile. ΔR.	Comète. — Étoile. ΔP.	Nombre de comparaisons.
		m s	′ ″	
Octobre 7	*a*	− 2.40.39	− 7.18,4	16:4
10	*b*	− 1.47.12	+ 1.27.3	24:6
12	*c*	− 2.28.51	+ 4. 1,6	24:6
13	*d*	− 3.14.67	+ 4.34,8	24:6
17	*e*	− 1.38.56	+ 4.38,9	24:6

Positions des étoiles de comparaison.

★.	Gr.	Asc. droite moyenne 1908,0.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne 1908,0.	Réduction au jour.	Catalogue.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a	7,5	20. 5.34,46	+0,94	26.33.39,6	−21,5	AG Helsingf. 11124
b	9,3	19.50.41,0	+0,93	31.12. 0,7	−27,9	BD + 58°, n° 2002
c	8,6	19.41.24,55	+0,68	34.36.47,4	−22,9	AG Helsingf. 10742
d	9,0	19.37.57,25	+0,63	36.14. 8,7	−22,6	AG Cambridge 6140
e	8,2	19.22.44,61	+0,56	43.13.31,6	−21,4	AG Bonn 12964

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1908.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Octobre 7	9.30.29,3	20. 8.15,79	$\bar{1}$,758	26.25.59,7	0,200
10	9.14.15,2	19.48.54,77	$\bar{1}$,721	31.13. 0,6	$\bar{1}$,369
12	8. 7.10,2	19.39. 6,72	$\bar{1}$,539	34.40.26,1	0,022
13	8.36.34,1	19.34.43,21	$\bar{1}$,635	36.18.20,7	1,365
17	7.57.24,7	19.21. 6,61	$\bar{1}$,536	43.17.49,1	$1,689_n$

(1) Présentée dans la séance du 19 octobre 1908.

Remarques. — Le 7 et le 10 octobre, la comète apparaît comme une faible nébulosité, sans condensation, ce qui rend les pointés difficiles; le 12, avant le lever de la Lune, se montre une queue assez large, d'une longueur d'au moins deux degrés; il est impossible de distinguer des détails dans la tête; le 13, la comète présente la forme habituelle : une aigrette en éventail se recourbant ensuite vers la queue; ces détails sont très visibles sur une photographie prise par M. Courty à l'équatorial photographique. Le 17, la comète présente l'aspect d'un têtard; la queue a diminué de largeur, tout en restant assez longue.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète 1908 c, faites à l'Observatoire de Marseille à l'équatorial d'Eichens de* $0^m,26$ *d'ouverture.* Note de M. **Borrelly**, présentée par M. Baillaud.

Comète 1908 c.

Dates. 1908.	Temps moyen de Marseille.	ΔR.	ΔD.	Nombre de compar.	R appar.	Log. fac. parallaxe.	D apparente.	Log. fac. parallaxe.	★
	h m s	m s			h m s				
Sept. 12..	7.45.40	+1.23,67	— 3.30,0	6:6	2.30.44,96	—0,132	17°.31′.36″,3	—1,440	*a*
15..	7.49.12	+2.54,40	— 1.22,2	5:5	2. 0.37,92	—0,197	15.50. 7,6	—1,868	*b*
15..	8.36. 5	+2.32,11	— 2.31,6	5:5	2. 0.15,63	—0,202	15.48.58,2	—0,114	*b*
16..	7.52.52	—1.20,79	+12.24,6	10:10	1.48.15,47	—0,215	15.19. 3,5	—0,089	*c*
17..	8.14.26	—2.23,21	+14.50,6	7:7	1.34.21,27	—0,227	14.50.17,1	—1,943	*d*
Oct. 2..	8. 6.43	+0. 1,07	+ 4.31,1	5:5	20.58.53,25	—2,544	19.27.48,7	—0,599	*e*
3..	8. 0.42	+2.41,91	+ 5.59,5	5:5	20.46.43,91	+3,892	20.40.36,7	—0,596	*f*

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	R moyenne 1908,0.	Réduction au jour.	D moyenne 1908,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″		
a.........	5.5	2.29.16,53	+4,76	17.35. 1,2	+ 5,1	777 B.A.C.
b.........	7.8	1.57.37,99	+5,53	15.51.27,7	+ 2,1	2256.57 An. de Vienne
c.........	7	1.49.30,42	+5,84	15. 6.37,6	+ 1,3	2091 An. de Vienne
d.........	7	1.36.38,37	+6,11	14.35.26,5	0,0	261 Kasan
e.........	7.8	20.58.49,98	+2,20	19.23.40,1	—22,5	2874.75 An. de Vienne
f.........	6.7	20.44. 0,15	+1,85	20.35. 0,1	—22,9	Zones de Christiania

Remarques. — Le 15 septembre, la comète a augmenté d'éclat (8e grandeur); la queue mesure 1° 2′; un trait assez brillant part de la tête et se termine par un petit panache. Le 16, l'aspect de la comète est sensiblement le même, mais elle paraît moins brillante à cause de la brume. Le 2 octobre, la comète est très belle. Le 3 octobre, la comète est superbe, plusieurs queues se montrent en éventail à l'opposé du Soleil.

Au moyen d'un objectif triple des Henry, de $0^m,16$ d'ouverture et de $0^m,96$ de longueur focale, on a pris sept clichés de la comète, du 20 septembre au 3 octobre.

Cliché 1. — 20 septembre, plaque Lumière violette, 2 heures de pose; la comète offre l'aspect en petit de la grande comète de 1858; la queue, d'une longueur de plus de 2°, est divisée en deux branches, une rectiligne, l'autre recourbée.

Cliché 2. — 25 septembre, plaque violette, 2 heures de pose; les deux branches de la queue sont plus rapprochées.

Cliché 3. — 26 septembre, plaque violette, 2 heures de pose; à 8^h0^m la comète passe sur une étoile de 9e-10e grandeur; la traînée indique une légère absorption.

Cliché 4. — 28 septembre, 3 heures de pose, plaque violette; la comète est très belle, la queue double mesure plus de 5°, la traînée d'une étoile dans le voisinage de la tête indique aussi une légère absorption.

Cliché 5. — 1er octobre, plaque violette, 2 heures de pose; les deux branches de la queue se réunissent et à une certaine hauteur la queue paraît coupée.

Cliché 6. — 2 octobre, 2 heures de pose, plaque Sigma (Lumière): la queue apparaît triple, mais beaucoup moins longue que la veille.

Cliché 7. — 3 octobre, 3 heures de pose, plaque Sigma; la comète est superbe, on distingue cinq queues en éventail; la traînée d'une étoile près du noyau indique une légère absorption.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Première série de photographies de la comète Morehouse obtenues avec le grand télescope de Meudon.* Note de M. L. **Rabourdin**, présentée par M. Deslandres.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une série de photographies de la comète Morehouse, obtenues pendant les soirées des 14, 16, 17, 20, 22 et 23 octobre, avec le grand télescope de 1^m d'ouverture de l'Observatoire de Meudon.

Cet instrument m'a déjà servi en 1897, 1898 et 1899 pour effectuer des travaux photographiques sur les nébuleuses et les amas d'étoiles. Il est excellent pour ces sortes de recherches, mais il ne possède pas de pointeur et ne permet pas de suivre la pose d'un objet doué d'un mouvement propre. D'ailleurs la mobilité du miroir dans sa monture rendrait souvent illusoire l'emploi d'une lunette auxiliaire. Pour les astres entraînés par le seul mouvement diurne, on surveille en effet la pose en retirant hors du centre le prisme à vision directe, qui donne une image des astres sur le côté du télescope; ce qui démasque la plaque sensible, et permet de choisir une étoile guide dans la partie du champ extérieure à la plaque.

Malgré ces difficultés, M. Deslandres m'ayant conseillé de chercher à obtenir des photographies de la comète Morehouse, j'ai pu y parvenir grâce aux deux particularités suivantes : 1° la comète a un éclat juste assez grand pour donner une bonne image, avec ce miroir, lorsque la pose est réduite à quelques minutes; 2° le déplacement de la comète par rapport aux étoiles est, dans ce temps très court, relativement faible. Ces deux conditions m'ont permis d'obtenir, en laissant l'instrument sans contrôle sous la seule impulsion du mouvement d'horlogerie pendant 5 minutes, des images fort belles qui révèlent de curieux détails et des changements successifs et incessants dans l'aspect de la comète.

J'ai fait usage de plaques rapides Σ Lumière de dimensions 8×8 imposées par la petitesse du champ.

Les images ainsi obtenues ne donnent pas le développement entier de la comète, mais elles donnent les parties les plus intéressantes, qui sont le noyau et la première partie de la queue.

D'une façon générale, la comète présente une tête formée d'un noyau plus dense et d'une queue principale fourchue avec de très longues aigrettes en nombre variable, qui s'étalent en éventail sous un angle peu ouvert.

De plus, ce noyau central apparaît entouré de plusieurs enveloppes ayant chacune leur prolongement du côté opposé au Soleil, de telle sorte que la queue elle-même est formée d'un certain nombre de gaines superposées et de plus en plus divergentes.

Parfois les variations sont très grandes en 24 heures et même sont notables dans l'intervalle d'une seule heure; sur plusieurs épreuves quelques-uns des jets apparaissent curieusement ondulés. L'étude détaillée de ces transformations sera l'objet d'une Communication ultérieure.

Ces premiers résultats sont fort encourageants et montrent bien l'utilité d'un enregistrement continu de ces phénomènes, proposé l'année dernière par M. Deslandres, avec l'appoint d'une entente internationale. Pour toutes ces raisons, nous avons pensé, M. Deslandres et moi, qu'il convenait d'organiser aussitôt que possible l'addition d'une lunette pointeur au télescope et la fixité du miroir dans sa monture, de manière à pouvoir augmenter à volonté la pose des astres qui ont un mouvement propre.

Nous obtiendrons ainsi un instrument qui, avec ses rares qualités optiques, sera des plus précieux pour étudier avec succès l'évolution des comètes.

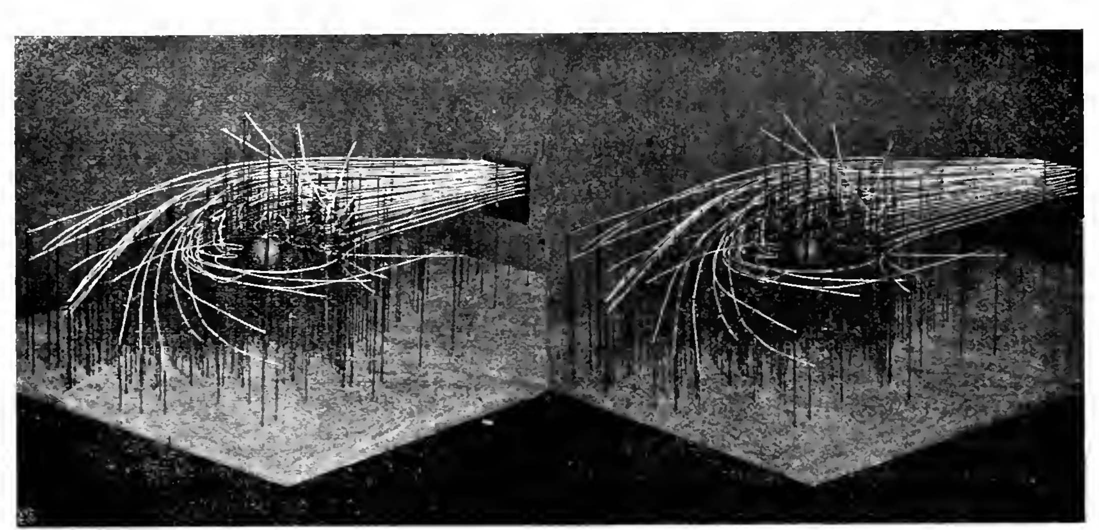
PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'explication théorique des expériences de M. Birkeland.* Note (¹) de M. **Carl Störmer**, présentée par M. H. Poincaré.

Dans une Note récente *Sur la cause des orages magnétiques* (²), M. Birkeland a publié quelques expériences très intéressantes sur les rayons cathodiques sous l'action d'un petit globe magnétique.

Comme je l'ai déjà fait voir dans mon travail sur les trajectoires des corpuscules électrisés sous l'action du magnétisme terrestre, publié dans les *Archives de Genève*, 1907, l'Analyse mathématique suffit pour expliquer théoriquement tous les traits essentiels des phénomènes observés par M. Birkeland.

En renvoyant le lecteur soit au travail cité, soit à ma conférence au Congrès international à Rome cette année, je me restreins à reproduire ici quelques modèles construits d'après des intégrations numériques et graphiques et correspondant aux expériences de M. Birkeland.

Fig. 1.



Ici la figure 1 est une photographie stéréoscopique d'un modèle de fils représentant un faisceau cathodique sous l'action d'un petit globe magnétique; celui-ci est placé avec son plan magnétique équatorial parallèle à la base du modèle.

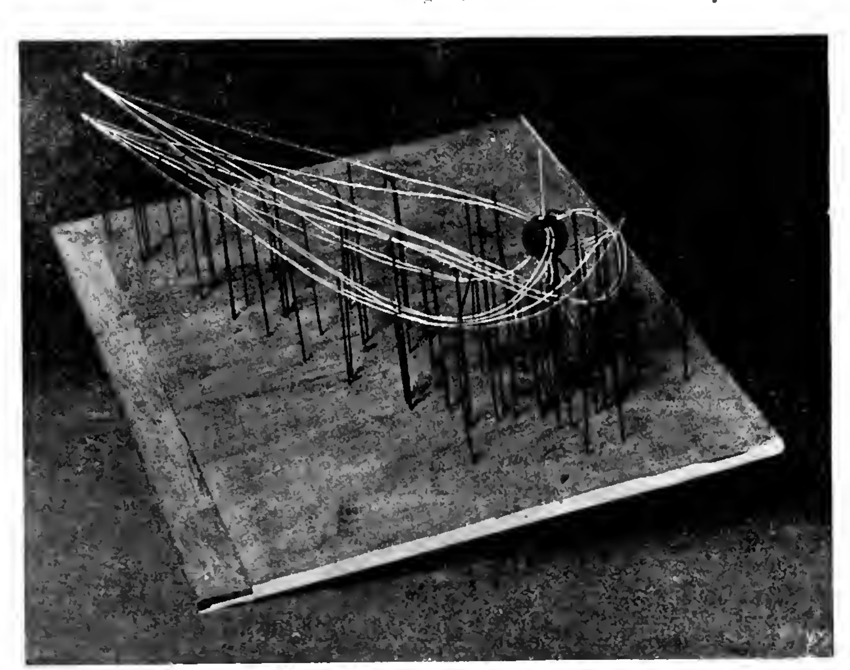
(¹) Présentée dans la séance du 19 octobre 1908.
(²) *Comptes rendus*, t. CXLVII, p. 539.

On remarque un anneau situé dans ce plan équatorial. La théorie fait voir qu'aux environs de cet anneau il y a une infinité de trajectoires, venant de la cathode à droite et s'approchant asymptotiquement des trajectoires périodiques. L'ensemble de ces trajectoires donne une explication naturelle de l'anneau, diffuse dans l'expérience de M. Birkeland (voir sa Note, *fig.* 2).

Sur notre modèle on voit seulement des trajectoires dont les points de départ sur la cathode sont situés au-dessus du plan magnétique équatorial. Aussi les trajectoires arrivant jusqu'au globe sont omises.

Sur la figure 2, au contraire, on voit des trajectoires arrivant jusqu'au globe. Ce sont les mêmes que celles que j'ai publiées dans ma Note sur l'aurore boréale (*Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 140). Elles émanent de deux points différents, l'un situé dans le plan magnétique équatorial et l'autre un peu au-dessus de celui-ci.

Fig. 2.



Les trajectoires frappent le globe en des endroits distincts correspondant aux taches lumineuses qu'on voit sur la figure 4 dans la Note de M. Birkeland.

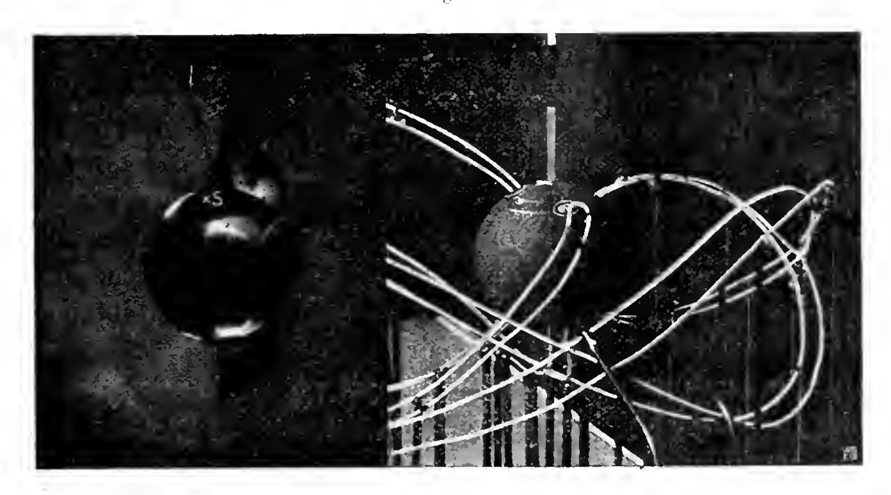
Ici, sur la figure 3, on peut constater la ressemblance frappante entre la théorie et l'expérience.

Enfin, la figure 4 représente un modèle correspondant à peu près à la figure 3 dans la Note de M. Birkeland. Les deux trajectoires qui frappent le globe dans l'hémisphère nord et au côté d'après-midi et du soir (le point de départ étant supposé représenter le Soleil et le globe la Terre) iront à coïncider si leur point de départ s'abaisse

davantage au-dessous du plan magnétique équatorial. Ce sont précisément de pareilles situations qui sont favorables à la formation des *bandes aurorales théoriques* (voir mon Mémoire de Genève, § 19), et l'on voit aussi une pareille bande très forte dans

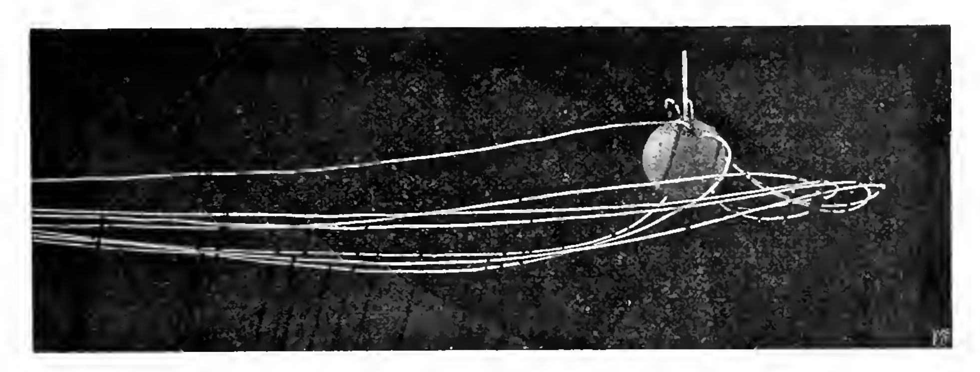


Fig. 3.



l'expérience indiquée. Sa largeur diminue vite quand le magnétisme du globe augmente.

Fig. 4.



Comme on le voit, les expériences de M. Birkeland, représentées sur les figures 3 et 4 dans sa Note, établissent une vérification expérimentale des calculs théoriques dont j'ai déjà publié le résultat [1] en 1906.

---

[1] Voir la figure de ma Note dans les *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 140, et aussi la figure 10 dans mon Mémoire de Genève, 1907.

OPTIQUE. — *Contribution à l'étude des lentilles.* Note de M. G. **Maltézos**, présentée par M. J. Violle.

Un rayon lumineux, venant d'un point et entrant dans une lentille par une de ses faces, se divise sur l'autre face en un rayon réfracté et un autre réfléchi. Ce dernier, rencontrant la face d'entrée, se divise aussi en deux, l'un sortant par réfraction et l'autre subissant une deuxième réflexion. On a ainsi, après la sortie de la lentille, un faisceau de rayons qui ont subi deux réfractions et qui forment l'image (réelle ou virtuelle) bien connue, un autre faisceau de rayons qui ont subi deux réfractions et une réflexion, un autre faisceau ayant subi deux réfractions et deux réflexions, et ainsi de suite, d'où, comme on sait, des images successives du point lumineux. Le but de cette Communication est de faire connaître les équations entre les distances à la lentille du point lumineux et de ses images secondaires, dans le cas des lentilles sphériques, placées dans l'air ou dans un même milieu homogène transparent.

Lentilles infiniment minces. — Nous examinerons d'abord les lentilles en négligeant leur épaisseur. En désignant par p et p_1 les distances à la lentille du point lumineux, placé sur l'axe, et de son image, par R, R' et F_1 les rayons de courbure des faces et la distance focale principale, et par n l'indice de réfraction de la substance de la lentille par rapport au milieu ambiant, on a l'équation connue

$$(1) \qquad \frac{1}{p} + \frac{1}{p_1} = (n-1)\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right) = \frac{1}{F_1}.$$

La face *de sortie* de la lentille réfléchit en partie la lumière incidente; elle sert donc pour le rayon réfléchi comme un miroir sphérique concave (nous supposons, pour fixer les idées, la lentille biconvexe). On peut donc écrire l'équation de ce miroir, en supposant son ouverture très petite. En désignant par p' la distance à la lentille du point où le prolongement du rayon incident sur la face *de sortie* rencontre l'axe de la lentille, et par p'_1 la distance du point où le prolongement du rayon réfléchi rencontre le même axe, on aura donc

$$-\frac{1}{p'} + \frac{1}{p'_1} = \frac{2}{R'}.$$

En désignant par p_2 la distance du point de rencontre du rayon sorti par la face *d'entrée* avec l'axe, c'est-à-dire la distance de l'image secondaire du

point lumineux, on a

$$\frac{1}{p_2} - \frac{n}{p'_1} = \frac{n-1}{R}.$$

De ces deux dernières équations on tire

$$(2) \qquad \frac{1}{p} + \frac{1}{p_2} = 2(n-1)\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right) + \frac{2}{R'} = \frac{1}{F_2} = \frac{2}{F_1} + \frac{2}{R'}.$$

Si les rayons incidents sont parallèles à l'axe, le point lumineux étant à l'infini, on a un foyer secondaire (réel dans les lentilles convergentes), dont la distance à la lentille est F_2. Or, l'équation (2) nous apprend que ces nouveaux foyers ne sont pas à la même distance de part et d'autre de la lentille (excepté le cas où $R = R'$).

En répétant les mêmes raisonnements pour les rayons qui, après deux réflexions dans la lentille, sortent par la face *de sortie,* et en désignant par p_3 la distance à la lentille de la nouvelle image (image de troisième ordre), on trouve

$$(3) \qquad \frac{1}{p} + \frac{1}{p_3} = (3n-1)\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right) = \frac{1}{F_3},$$

F_3 étant la distance du nouveau foyer. De l'équation (3) on voit que les foyers du troisième ordre sont à égale distance de part et d'autre de la lentille.

Remarque. — On pourrait ainsi trouver des équations entre p et les distances des images ou des foyers d'ordre plus grand que le troisième, mais dans la pratique nous n'avons pas rencontré de foyers d'ordre supérieur.

Des équations (1) et (3) nous tirons

$$(4) \qquad n = \frac{F_1 - F_3}{F_1 - 3F_3}.$$

La valeur de n calculée par cette formule n'est qu'approchée.

Si dans l'équation (2) nous posons $p = \frac{F_1}{2}$, nous en tirons $R' = 2p_2$, et, en retournant la lentille, $R = 2p'_2$.

Cette méthode peut aisément être appliquée avec les lentilles convergentes où les images secondaires du point situé sur l'axe à la distance $\frac{F'_1}{2}$ sont réelles. Nous l'avons appliqué à deux lentilles, l'une biconvexe (lentille de projection) et l'autre plan-convexe. Les rayons de courbure de la lentille biconvexe, mesurés par le levier optique de Cornu, sont $R = 308^{mm},3$, $R' = 312^{mm},84$. La distance focale principale mesurée (dans la lumière verte) est $F_1 = 300^{mm}$.

Par la méthode proposée nous avons mesuré (¹) $R = 308^{mm},4$, $R' = 312^{mm},4$.

Le rayon de courbure de la lentille plan-convexe n'a pas été mesuré par le levier, mais au moyen d'une vis micrométrique (en mesurant l'épaisseur de la lentille, aussi exactement que possible, à différentes distances connues du milieu de sa face plane), et il a été trouvé ainsi égal à $97^{mm},1$. La distance focale principale mesurée (dans la lumière verte) est $F_1 = 188^{mm}$. En posant le point lumineux sur l'axe, à 94^{mm} de la lentille (devant la face plane), j'ai trouvé (²) par la méthode proposée $R = 97^{mm},5$. L'approximation dans les deux lentilles étudiées a donc été très satisfaisante.

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL. — *Monotéléphone de grande sensibilité et à note réglable.* Note de M. **Henri Abraham**, présentée par M. J. Violle.

Le *monotéléphone* créé par M. Mercadier est une sorte de téléphone dans lequel, au lieu d'une mince feuille de tôle, on emploie comme armature vibrante un fort disque en acier trempé. Le son propre de ce disque est pur et peu amorti, et l'appareil résonne très fortement lorsqu'il reçoit des courants ayant la période même des vibrations propres du disque d'acier.

Cette propriété de résonance franche fait du monotéléphone un instrument très précieux pour un grand nombre d'expériences; et l'on sait la belle application que M. Mercadier en a faite à la télégraphie multiplex.

En télégraphie sans fil, comme l'a signalé notamment M. Blondel, si l'on pouvait disposer d'un monotéléphone aussi sensible que les téléphones ordinaires, on pourrait augmenter beaucoup la portée et la sécurité des transmissions, en employant des émissions rythmées qui seraient reçues au son avec un monotéléphone accordé pour la même fréquence.

(¹) Les mesures ont été effectuées sur le banc d'optique de l'École Polytechnique d'Athènes. Nous placions, pour ces mesures, sur un support une bougie allumée, à la hauteur de la lentille, et sur un autre support l'écran où se formait l'image de la flamme. Comme l'image secondaire (du deuxième ordre) se forme dans les cas de la lentille étudiée presque à la même distance que la bougie, et que les écrans en papier prenaient feu, nous avons fait usage d'un écran de cuivre, blanchi à la craie, formant la base plane d'un cylindre de cuivre porté horizontalement par le support.

(²) Ici l'écran était un petit disque de cuivre blanchi à la craie, lequel, par un long bras fixé sur un cylindre de cuivre porté par le support, se déplaçait entre la bougie et la lentille, tandis que le support portant ce système d'écran se posait plus loin que le support portant la bougie. Cette disposition est nécessaire à cause des longueurs des patins.

Malheureusement, les monotéléphones à grand disque d'acier manquent de sensibilité. De plus, ce sont des instruments à sons fixes dont la note caractéristique ne peut être changée que par le remplacement du disque vibrant.

L'appareil que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie a été construit sur mes indications par MM. Ducretet et Roger *en utilisant un téléphone ordinaire d'un modèle quelconque* auquel on a fait subir des modifications peu importantes.

La membrane de tôle ayant été retirée, l'armature vibrante est formée par une lamelle de fer qui couvre juste l'électro-aimant. Cette armature est portée par deux fils d'acier tendus parallèlement qui la maintiennent à la distance voulue des pôles.

Ce système de suspension, analogue à celui du fréquencemètre Pierre Weiss, a une excellente élasticité, en sorte que la vibration propre de l'appareil donne nettement un son musical.

On fait varier à volonté la hauteur de ce son en agissant de l'extérieur sur la tension des fils d'acier au moyen d'une vis de réglage aisément accessible.

J'ai comparé la sensibilité de ce monotéléphone avec celle de téléphones ordinaires du même modèle, mais non transformés.

Les deux types d'appareil avaient des sensibilités de même ordre, excepté quand on les actionnait avec des courants rythmés à l'unisson avec le son propre du monotéléphone; *cet appareil avait alors une sensibilité beaucoup plus grande que celle des téléphones ordinaires.*

Il est donc facile de réaliser à peu de frais un monotéléphone dont la fréquence caractéristique peut être réglée instantanément avec précision à telle hauteur qu'on veut, et dont la sensibilité pour des courants de cette fréquence est largement supérieure à celle des meilleurs récepteurs téléphoniques (1).

---

(1) Pour les expériences faites en séance devant l'Académie, les courants alternatifs étaient produits à l'aide d'un montage analogue à celui de la bobine de Ruhmkorff, et qui mérite peut-être d'être signalé une fois de plus en raison de l'extrême facilité avec laquelle il fournit des forces électromotrices alternatives dont on peut faire varier à volonté l'amplitude, la période et l'amortissement. Les enroulements primaire et secondaire sont *sans noyau de fer*. Le circuit primaire, compact, sera par exemple une self étalon de 1 henry; et le circuit secondaire pourra être réduit à quelques tours de fil. Avec un condensateur de $\frac{1}{10}$ de microfarad en dérivation sur le primaire la période des oscillations est d'environ $\frac{1}{500}$ de seconde. Le courant continu du circuit primaire étant coupé avec un interrupteur à main, on obtient après la rupture des oscillations électriques d'une grande pureté.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'induction et la cause probable des aurores polaires.* Note de M. P. VILLARD, présentée par M. J. Violle.

Soit NS (*fig.* 1) un aimant cylindrique autour duquel peut tourner un cadre conducteur C relié soit à un galvanomètre, soit à une pile, au moyen de deux godets à mercure *g* disposés sur l'axe de l'aimant; cette disposition, qui sera utile dans la suite, équivaut, au point de vue de l'induction, à fermer complètement le cadre et dispense de considérer le reste du circuit; aucune ligne de force, en effet, ne passe dans l'intervalle des godets.

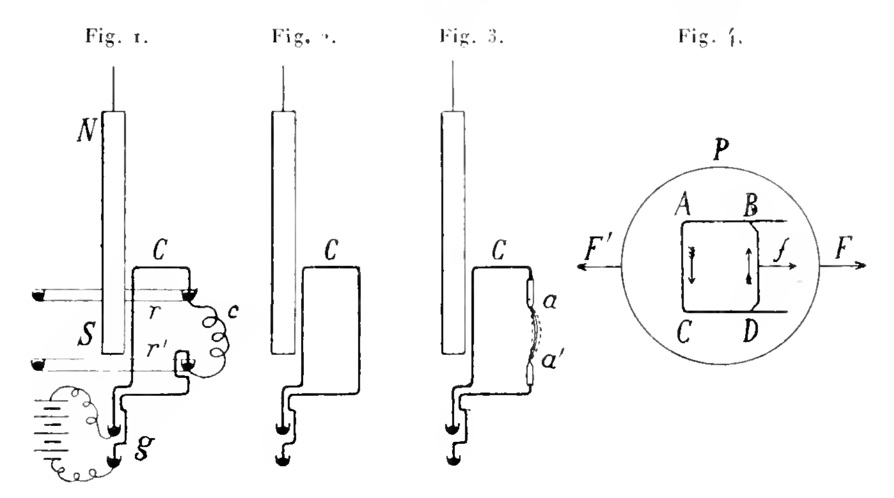
Si, comme on le voit figure 1, le cadre C présente une coupure avec contacts glissants *rr'* (rigoles à mercure) réunis par un conducteur fixe *c*, on sait que la rotation du cadre produit un courant continu; inversement le passage d'un courant fait tourner le conducteur mobile, et cette dernière expérience suffit pour prouver que le mouvement de l'appareil donne naissance à une force électromotrice induite.

Rendons maintenant solidaires l'aimant NS et le conducteur C : les résultats ne sont pas modifiés, et l'appareil fonctionne encore indifféremment comme générateur ou comme moteur. Certains auteurs supposent qu'en pareil cas les lignes de force tournent avec l'aimant et que l'induction se produit alors dans la partie fixe *c* du circuit. Vaschy admet au contraire que le champ reste immobile comme si l'aimant ne tournait pas; c'est cette manière de voir qui est exacte, et cela est presque évident; les lignes ou les tubes de force ne sont pas des objets matériels susceptibles de tourner avec l'aimant comme les rayons d'une roue, et, d'une manière générale, quand on déplace un pôle, c'est la modification du milieu, et non le milieu lui-même, qui suit le déplacement; les lignes de force ne se transportent pas avec le pôle, elles disparaissent en un lieu pour se former en un autre et, si un aimant de révolution tourne autour de son axe, le champ reste identique à celui d'un aimant fixe. On peut d'ailleurs vérifier que, dans l'expérience de la figure 1, la rotation du cadre C autour de l'aimant ne tend pas à entraîner celui-ci. Ce n'est pas entre le conducteur mobile et l'aimant, mais entre ce conducteur et la partie fixe *c* du circuit que s'exerce la réaction prévue par la loi de Lenz. On peut démontrer qu'il en doit être ainsi :

Soit ABCD (*fig.* 4) un cadre conducteur placé dans le champ uniforme d'un large pôle P, et dont le côté BD peut glisser dans le sens de la flèche *f* par exemple, ce qui produit un courant induit. Il est évident que les courants égaux et inverses qui circulent dans les côtés AC et BD du cadre exercent sur le pôle P des actions F et F' dont la somme est rigoureusement nulle. C'est entre AC et BD que s'exerce, par l'in-

termédiaire du champ, la réaction de Lenz. Il n'y a tendance au déplacement de l'aimant inducteur que si ce déplacement fait varier le flux embrassé par le circuit. Du cas de la figure 4 on passe aisément à celui d'un aimant de révolution et l'on comprend que, l'aimant n'étant l'objet d'aucune réaction, son mouvement ou son immobilité soient choses indifférentes. J'ajouterai que, dans l'expérience de la figure 1, on peut remplacer le barreau NS par un solénoïde *sans fer*, tournant ou non avec le cadre mobile.

Dans le cas de la figure 2, le conducteur mobile ne présente d'autre coupure que celle des godets g qui est sans effet, et la rotation de ce cadre fermé ne donne lieu à aucun phénomène d'induction. Mais, si nous remplaçons une partie du conducteur métallique par un arc électrique aa' (*fig.* 3),



aussitôt l'appareil, même lié à l'aimant, se met à tourner sous l'action du courant qui le traverse, produit un travail, et par conséquent est le siège d'une force électromotrice induite.

Ce résultat s'explique aisément : les ions qui constituent la flamme de l'arc ne peuvent donner lieu à la production d'une force électromotrice, la présence de l'arc équivaut par suite à une coupure, et la somme des forces électromotrices élémentaires étendue à tout le circuit mobile n'est pas nulle. D'autre part les ions sont chassés par le champ perpendiculairement au plan du cadre, et celui-ci, se comportant comme un tourniquet hydraulique, tourne dans le sens opposé par un effet de réaction.

On voit ici qu'un circuit fermé de forme invariable, partiellement formé par des ions, est le siège d'une force électromotrice induite quand on le fait tourner autour de l'axe d'un aimant, même s'il est invariablement lié à cet aimant.

Considérons maintenant la Terre tournant, avec son atmosphère toujours ionisée, dans son propre champ magnétique. Ce sont à peu près les conditions de la figure 3. La rotation de la surface terrestre conductrice produit une force électromotrice dirigée de l'équateur vers chacun des pôles et dont la valeur est de 100000 à 150000 volts. L'atmosphère ionisée constitue, comme l'arc de la figure 3, un circuit de retour ne donnant pas lieu à la production d'une force électromotrice neutralisant la précédente. D'autre part, la loi de Paschen fait prévoir qu'à une hauteur suffisante (100^{km} à 150^{km}) la pression est assez basse pour qu'une différence de potentiel de 100000 volts produise une décharge entre deux points situés à une distance d'un quadrant terrestre. La pression étant, à cette hauteur, notablement moindre que dans une ampoule de Crookes, les rayons cathodiques produits pourront parcourir de très grandes distances; en leur présence il n'y aura d'ailleurs pas de lumière anodique. Ces rayons s'enrouleront dans le champ terrestre et formeront la nappe luminescente qui possède, comme je l'ai montré, la structure et les propriétés de l'aurore polaire. Quant à la communication qui doit exister entre le sol et la couche atmosphérique siège de décharge, elle est fournie par l'ionisation normale de l'air et se trouve ainsi sous la dépendance des conditions météorologiques et de l'activité solaire.

L'origine de l'aurore polaire est ainsi expliquée sans qu'il y ait lieu de faire intervenir des causes extra-terrestres, et la hauteur calculée est voisine de celle qu'on attribue généralement à ce météore.

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur les propriétés magnétiques des radicaux métalliques oxygénés.* Note de M. P. PASCAL, présentée par M. D. Gernez.

Un certain nombre de métaux peuvent se combiner à l'oxygène pour donner des radicaux jouant le rôle d'anion ou de cation. Dans ces groupements, l'oxygène, élément très nettement paramagnétique, paraissait devoir influer sur les propriétés magnétiques du radical. C'est cette relation, encore peu étudiée, qu'il m'a paru intéressant de préciser.

J'ai, dans ce but, mesuré la susceptibilité moléculaire χ de solutions salines, pour en déduire la susceptibilité moléculaire χ_m du sel dissous. Pour rendre les résultats immédiatement comparables, j'ai mis χ_m sous la forme aA; a étant le nombre d'atomes du métal dans la molécule, A la part qui revient sensiblement à chaque atome-gramme du métal. Voici les

principaux résultats obtenus à 23° :

Sels (teneur au litre).		$10^6\chi$.	$10^6\chi_m$.
Sulfate de manganèse SO^4Mn	(1g,5 de Mn)......	−3,3	+1500
Permanganate MnO^4K	(53g de sel).........	−6,28	+ 25,5
Alun de chrome $(SO^4)^3Cr^2, SO^4K^2$	(5g,2 de Cr).......	−1,10	+ 2 × 629
Acide chromique CrO^3	(200g d'acide)........	−6,28	− 0,5
Chlorure de vanadium $VaCl^2$	(10g,2 de Va).......	−4,87	+ 139
Métavanadate VO^3Na	(10g,2 de Va).......	−7,91	− 30,2

De plus, on constate que les molybdates et les ferrates sont diamagnétiques, au contraire des sels de molybdène et de fer.

Dans tous ces cas, relatifs au passage d'un métal d'un cation simple à un anion oxygéné, le groupement de l'oxygène avec le métal a entraîné une diminution notable du magnétisme propre au cation.

L'uranium et le vanadium donnent des résultats nouveaux :

Sels (10g,2 de Va au litre).	$10^6\chi$.	$10^6\chi_m$.
Chlorure de vanadium $VaCl^2$	−4,87	+139
Sulfate de divanadyle $SO^4(Va^2O^2)$ dans SO^4H^2 ($\chi = -7,9$).	−6,21	+ 2 × 115
Tétrachlorure hydrolysé ($= V^2O^4$)	−6,01	+ 66,2
Vanadate de sodium VO^3Na	−7,91	− 30,2

Contrairement à ce qu'on pouvait penser, les propriétés magnétiques de l'ion Va s'effacent au fur et à mesure que croît la proportion d'oxygène dans le radical oxygéné, que ce radical soit d'ailleurs un anion ou un cation. On a de même, avec l'uranium :

Solutions à 21g,9 d'Ur au litre à 17°.	$10^6\chi$.	$10^6\chi_m$.
Sulfate uraneux $(SO^4)^2U$ dans SO^4H^2 ($\chi = -7,58$)........	−4,47	+320
Sulfate d'uranyle $SO^4(UO^2)$ dans SO^4H^2 ($\chi = -7,59$)......	−7,82	− 5,57

On peut, à ce propos, réaliser une expérience particulièrement démonstrative. Une solution acide saturée de sulfate uraneux faiblement diamagnétique par suite de la présence des ions U est oxydée par quelques gouttes d'eau oxygénée concentrée et pure. Elle devient aussitôt plus diamagnétique que l'eau, par suite de l'entrée du métal dans l'ion uranyle UO^2.

Toutes ces remarques ne sont au fond que des cas particuliers d'une loi que j'ai déjà énoncée (*Comptes rendus*, t. CXLVII, nos 1 et 4), et elles lui donnent un caractère de généralité croissante. *En somme, les propriétés chimiques et magnétiques d'un métal forment bloc dans ses dérivés. Quand, par son entrée dans un ion complexe ou dans un colloïde, les propriétés chimiques d'un métal*

deviennent masquées, il en est de même, et au même degré, des propriétés magnétiques qu'il a dans ses sels normaux.

Voici alors un exemple d'application de cette loi. L'anhydride vanadique donne avec SO^4H^2 une solution de couleur variable. Rouge dans l'acide concentré, elle jaunit, puis se décolore quand on étend l'acide, même pour une teneur constante en vanadium. Or on a :

Solutions à $10^g,2$ de Va au litre.	$10^7\chi$.	$10^5\chi_m$.
V^2O^5 dans SO^4H^2 ($D = 1,5$, $\chi = -7,9$) rouge..........	$-8,93$	$-2 \times 85,7$
V^2O^5 dans SO^4H^2 ($D = 1,12$, $\chi = -7,65$) jaune clair....	$-8,07$	$-2 \times 31,5$
V^2O^5 à l'état de métavanadate incolore..................	$-7,91$	$-2 \times 30,2$

Par suite de ces variations brusques de la susceptibilité moléculaire, il est permis de supposer qu'il se forme dans les solutions fortement acides des composés complexes sulfovanadiques rouges, qui seraient dissociés et décolorés par l'eau avec retour vers l'acide vanadique incolore et vers le diamagnétisme plus faible du radical plus simple Va^2O^5. Parmi ces complexes, il faudrait sans doute ranger le composé $V^2O^5, 3SO^3 = (SO^4)^3(VO)^2$, dit *sulfate de vanadyle*, de Berzélius; le composé $V^2O^5, 3SO^4H^2$ de M. Ditte; et le sel $4SO^3, V^2O^5, K^2O$ de Gerland.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *L'azotate mercureux réactif microchimique pour l'arsenic.* Note de M. G. Denigès.

Dans une précédente Note [1] j'ai indiqué avec quelle facilité on pouvait directement obtenir, sur une lame de verre destinée à l'examen microscopique, des cristaux caractéristiques avec l'arsenic amené à l'état d'acide arsénique et soit l'azotate d'argent ammoniacal ou acétique, soit la mixture magnésienne.

En modifiant très légèrement la technique donnée dans cette Note, on peut aussi se servir d'azotate mercureux comme réactif microchimique de l'arsenic.

Le réactif est préparé en triturant 10^g d'azotate mercureux cristallisé avec 10^{cm^3} d'acide nitrique ($D = 1,39$) et ajoutant 100^{cm^3} d'eau distillée.

Le produit arsenical, transformé en une solution aqueuse ou hydro-nitrique d'acide arsénique, est déposé par gouttelettes sur une lame de verre, et l'on évapore à une

(1) *Comptes rendus*, 5 octobre 1908, p. 596.

douce chaleur en se reportant textuellement, pour ce premier temps de l'opération, à mon premier travail. On dépose ensuite, sur le résidu, une goutte d'ammoniaque et l'on évapore complètement à nouveau.

Le résidu définitif étant absolument refroidi, on y dépose, au centre, une gouttelette de réactif mercureux de volume tel que ses bords n'atteignent pas tout à fait ceux de l'enduit et que son ménisque soit très peu élevé.

Après 2 minutes de contact et avec la pointe très effilée d'un agitateur de verre, on étale le réactif sur toute la surface du résidu arsenical en ayant soin que l'agitateur frotte constamment, sans toutefois la rayer, la surface du verre, en promenant la pointe d'un mouvement circulaire continu, dans la zone humectée, pendant 20 à 30 tours.

Cela fait, on attend encore 2 minutes et, sans recouvrir la préparation d'une lamelle mince, on l'examine au microscope à un grossissement de 40 à 50, puis de 100 à 150 diamètres.

On aperçoit alors, dans le cas de la présence de l'arsenic, outre des macles épaisses et des cristallites souvent disposés en double éventail et de teinte jaune brunâtre, des groupements se présentant sous l'aspect de tables presque incolores dont les deux extrémités seraient arrondies.

Quand le résidu est de très minime importance, il est nécessaire que le réactif soit déposé sous un volume extrêmement réduit. On le prélève, pour cela, soit avec un tube capillaire, soit avec l'extrémité très effilée d'un agitateur, et le diamètre de la gouttelette déposée ne doit pas excéder 1^{mm} à 2^{mm}.

L'observation de tous ces détails est indispensable pour la réussite certaine de l'opération.

CHIMIE. — *Sur quelques phénomènes oxydasiques provoqués par le ferrocyanure de fer colloïdal.* Note de **M. J. Wolff**, présentée par M. L. Maquenne.

Dans une première étude sur les propriétés du ferrocyanure de fer colloïdal [1], j'ai montré les relations étroites qui existent entre ce composé et les peroxydiastases. J'ai constaté depuis qu'en milieu faiblement alcalin ce sel fonctionne comme une oxydase vis-à-vis de l'hydroquinone.

Lorsqu'on met dans une solution saturée d'hydroquinone de l'ammoniaque à la dilution de $\frac{1}{100000}$ avec du fer à la dilution de $\frac{1}{100000}$, sous forme de ferrocyanure de fer, on obtient au bout de 12 à 15 minutes d'abondants cristaux de quinhydrone. On favorise beaucoup l'oxydation en agitant le tube où la réaction a lieu. Avec les faibles doses indiquées ci-dessus on est encore loin d'avoir atteint, en ce qui concerne le fer, la limite de sensibilité. On peut, en effet, abaisser encore 25 fois la dilution de ce

(1) J. Wolff, *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 142, 781 et 1217.

métal, à la condition d'employer une solution alcaline à $\frac{5}{100000}$, et observer des effets encore très sensibles. La réaction est d'une intensité très grande lorsque, dans 1^{cm^3} d'une solution d'hydroquinone à 6 pour 100, on ajoute $0^{mg},002$ de fer, toujours sous la même forme, et $0^{mg},5$ de NH^3. On obtient alors au bout de 2 minutes, en agitant vivement la liqueur, des cristaux de quinhydrone en grande quantité. En filtrant de 5 en 5 minutes, on voit la réaction se poursuivre d'une façon ininterrompue pendant très longtemps. Le liquide d'un tube témoin sans fer, agité en même temps, se colore en brun sous l'influence de l'alcali seul et ne donne naissance qu'à quelques rares cristaux. Dans une expérience où j'ai fait agir sur une solution de $1^g,4$ d'hydroquinone dans 25^{cm^3} d'eau 5^{mg} d'ammoniaque et $0^{mg},04$ de fer à l'état de ferrocyanure, j'ai obtenu après une heure d'agitation 267^{mg} de quinhydrone, ce qui représente 6675 fois le poids du fer mis en œuvre. Le poids d'oxygène nécessaire à cette transformation est de $19^{mg},22$ et son volume de $13^{cm^3},7$. Une expérience, conduite parallèlement avec la même proportion d'alcali, mais sans fer, n'a fourni que de 3^{mg} à 4^{mg} de quinhydrone; avec du fer sans alcali il ne se produit rien.

Si la dose d'alcali ajoutée (ammoniaque ou soude) est trop grande, si elle atteint par exemple 1 pour 100, l'oxydation par l'air se poursuit trop vite et il ne se forme plus de cristaux.

Ces phénomènes, par leur rapidité, leur caractère de continuité et la disproportion entre la cause et l'effet, peuvent donc être assimilés aux actions diastasiques les plus énergiques. On peut les expliquer par l'influence de l'alcali qui favorise l'oxydation du phénol et, par suite, son attaque par le ferrocyanure de fer, agissant alors comme oxydase. Cette manière de voir semble justifiée par les faits, car, si l'on décompose le phénomène en laissant l'action de l'alcali se poursuivre quelque temps avant d'ajouter le colloïde, on n'obtient plus de quinhydrone. L'intensité de la réaction étant proportionnelle, toutes choses égales d'ailleurs, à la quantité d'alcali mise en œuvre (dans les limites indiquées plus haut), on peut prévoir que les oxydes alcalino-terreux et les sels à alcalinité faible, tels que les bicarbonates alcalino-terreux ou le phosphate disodique, exerceront une action oxydante beaucoup moins énergique, mais encore considérable. C'est ce que j'ai observé, par exemple, avec toutes les eaux calcaires, comme l'eau ordinaire du laboratoire et même une eau très peu minéralisée comme l'eau d'Évian. Il suffit de faire dissoudre l'hydroquinone dans l'une ou l'autre de ces eaux pour obtenir par addition du colloïde, à raison de $0^{mg},01$ de fer par centimètre cube, des phénomènes d'oxydation comparables à ceux qu'on observe avec des doses massives des sels de manganèse les plus actifs. Le phosphate disodique, à la dose de $2^{mg},8$, produit, dans 1^{cm^3} d'une solution à 6 pour 100 d'hydroquinone et en présence de la même quantité de sel de fer ($0^{mg},01$), des effets analogues.

On voit donc que l'alcalinité de la liqueur joue un rôle capital dans ces phénomènes d'oxydation. Il y a peut-être là un rapprochement à faire avec les sels de manganèse à acides faibles dont M. Gabriel Bertrand, dans un travail resté classique ([1]), a découvert les effets oxydants sur l'hydroquinone, et l'on est en droit de se demander s'ils ne doivent pas, en partie, leur activité à leur réaction nettement alcaline. En effet, lorqu'on examine la solution aqueuse de ces divers sels, on trouve qu'elle est toujours alcaline à l'alizarine sulfoconjuguée, à l'hélianthine, et souvent même au tournesol. Ce qui est certain, *c'est qu'il suffit d'ajouter à ces solutions une quantité de fer, sous forme de ferrocyanure,* 100 *fois moindre que la quantité de manganèse qu'elles renferment pour voir doubler leur vitesse de réaction et leur activité vis-à-vis de l'hydroquinone*. Ce qui est non moins certain, c'est que les solutions aqueuses de sulfate de manganèse (neutres à tous les réactifs), qui dans les conditions habituelles sont à peu près inactives, voient leur activité croître dans des proportions considérables, lorsqu'on les additionne de traces de pyridine. Cette base faible, comme je m'en suis assuré, ne précipite pas le manganèse de ses solutions salines. Je me propose d'analyser de plus près quelques-uns de ces phénomènes en précisant les conditions où l'on peut le mieux les observer.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du brome sur l'éther : aldéhyde monobromée.* Note de M. **Ch. Mauguin**, présentée par M. A. Haller.

L'action du brome sur l'éther ordinaire (oxyde d'éthyle) a été étudiée par Löwig ([2]), Völckel ([3]), Schützenberger ([4]). Ces chimistes se sont tous servis d'éther sec et de brome sec. J'ai examiné ce qui se passe en présence de l'eau.

Un mélange d'éther, de brome et d'eau, exposé à la lumière, se décolore, et j'ai pu avec un poids donné d'éther décolorer un poids double de brome.

L'intensité de la lumière exerce une influence considérable sur la vitesse de la réaction. Au soleil, la décoloration est très rapide.

([1]) G. Bertrand, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XII, 1897.

([2]) Löwig, *Poggendorff's Annalen*, t. XVI, p. 376.

([3]) Völckel, *Ann. Liebig*, t. XLI, 1842, p. 119.

([4]) Schützenberger, *Bull. Soc. chim.*, 2e série, t. XIX, 1873, p. 8.

Quatre mélanges identiques d'éther (60g), de brome (10g) et d'eau (30g) différemment éclairés ont fourni les résultats suivants :

I.	Au soleil, en juillet.............	Décoloré en 1 heure
II.	A une lumière moins éclatante...	» en 3 heures
III.	A l'intérieur du laboratoire......	» en 3 jours
IV.	A l'obscurité..................	Non décoloré après 3 semaines

A égale intensité de lumière, la décoloration semble se faire d'autant plus vite qu'il y a plus d'eau, au moins dans certaines limites.

60g d'éther,	10g de brome,	15g d'eau	se sont décolorés en	2 heures
60 »	10 »	10 »	»	8 »
60 »	10 »	5 »	»	12 »

La réaction terminée, on se trouve en présence de deux couches liquides parfaitement incolores. La couche inférieure aqueuse est, comme on pouvait s'y attendre, très chargée d'acide bromhydrique. La couche supérieure éthérée réduit la liqueur de Fehling et recolore la fuchsine décolorée. Elle renferme donc une aldéhyde ([1]).

Le problème d'isoler un tel corps, naturellement altérable, eût été, sans doute, plus délicat si un hasard heureux ne m'avait permis de le résoudre, grâce à l'aptitude de l'uréthane à se condenser avec les aldéhydes.

La solution éthérée, additionnée d'uréthane et évaporée, laisse un résidu solide, blanc, cristallisé, qu'on peut obtenir en quantité notable par la technique suivante :

1kg d'éther est additionné de 300g d'eau, de 90g d'uréthane et, en refroidissant, de 160g de brome. Le tout est exposé à la lumière solaire jusqu'à décoloration complète. La couche éthérée et la couche aqueuse sont traitées séparément par de la potasse étendue. Il se sépare immédiatement une portion notable du corps cristallisé qu'on essore. La solution éthérée, séchée sur le chlorure de calcium, évaporée, fournit une nouvelle récolte. Le tout, rassemblé et cristallisé dans un mélange en parties égales d'eau et d'alcool, pèse 70g.

Le corps ainsi obtenu fond à 146°. Il est peu soluble dans l'eau bouillante, moins encore dans l'eau froide, assez soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, la benzine, l'acétate d'éthyle. Les données analytiques et cryoscopiques lui assignent la formule suivante : $C^8H^{15}O^4N^2Br$. Cette formule

---

([1]) Schützenberger avait déjà obtenu du bromal et de la dialdéhyde tribromée (?) en chauffant à 100° l'éther bromuré (*loc. cit.*).

est celle du produit de condensation de l'aldéhyde monobromée avec l'uréthane :

$$CH^2Br.CH\begin{cases}NH.CO^2C^2H^5\\NH.CO^2C^2H^5.\end{cases}$$

Ce corps n'est pas nouveau. Bischoff (1) l'a obtenu dans l'action du brome sur une solution alcoolique d'acide cyanhydrique, Hantzsch (2) dans l'action de l'amalgame de sodium sur une solution éthérée d'uréthane dibromée. Ces auteurs lui attribuent le point de fusion 142°-143°. Bien que le corps que j'ai obtenu fonde un peu plus haut, il semble bien être identique au leur.

Au surplus, j'ai pu en extraire l'aldéhyde monobromée, ce qui établit avec sûreté sa nature. Il suffit pour cela de le chauffer avec de l'acide sulfurique à 10 pour 100 dans un appareil distillatoire. On recueille ainsi l'aldéhyde monobromée en solution aqueuse.

Cette solution a une odeur piquante très prononcée, rappelant un peu celle du formol. Elle réduit très énergiquement la liqueur de Fehling. Elle est neutre aux réactifs colorés et ne précipite l'azotate d'argent à l'état de bromure qu'après traitement par les alcalis.

Pour l'identifier plus complètement, j'ai répété avec cette solution le travail de Fischer et Landsteiner (3) : transformation en aldéhyde glycolique par la baryte, puis en osazone du glyoxal par la phénylhydrazine :

$$\begin{array}{c}CH^2Br\\|\\CHO\end{array}\rightarrow\begin{array}{c}CH^2OH\\|\\CHO\end{array}\rightarrow\begin{array}{l}CH=N.NH.C^6H^5\\|\\CH=N.NH.C^6H^5.\end{array}$$

Les résultats obtenus ont été de tout point conformes à ceux des auteurs allemands. L'osazone obtenue, bien cristallisée, est identique à la leur et, en particulier, fond au point indiqué (4), 169°-170°.

En résumé, le brome réagit très nettement à froid sur l'éther aqueux et la lumière exerce sur la réaction une influence notable. Cette réaction permet de se procurer aisément l'aldéhyde monobromée, et, à cet égard, elle mériterait d'être généralisée.

---

(1) Bischoff, *Ber. der d. ch. G.*, t. V, 1872, p. 85.

(2) Hantzsch, *Ber. der d. ch. G.*, t. XXVII, 1894, p. 1253.

(3) Fischer et Landsteiner, *Ber. der d. ch. G.*, t. XXV, 1892, p. 2552.

(4) Fischer, *Ber. der d. ch. G.*, t. XVII, 1892, p. 575.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Nouvelles recherches sur la bakankosine.* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **H. Hérissey.**

Lorsque l'année dernière nous avons publié ([1]) nos premières recherches sur la bakankosine, glucoside que nous venions de retirer des graines d'un *Strychnos* désigné par les indigènes des environs de Majunga (Madagascar) sous le nom de *Bakanko*, nous étions sans renseignements précis sur l'origine botanique de ces graines. Nous fîmes seulement remarquer que ce mot de *Bakanko* présentait une certaine ressemblance phonétique avec le mot *Vacacoua*, dont Baillon avait fait la désignation spécifique d'un *Strychnos* provenant également de Madagascar, mais d'une région plus septentrionale de cette île, et dont il n'avait pu donner qu'une description incomplète, n'ayant pas eu à sa disposition de fruits arrivés à maturité.

Sur la fin de l'année dernière, M. le professeur Jumelle, grâce aux envois de M. Perrier de la Bathie, a pu faire l'étude botanique du Bakanko, et ses recherches, dont il a bien voulu nous communiquer le résultat, l'ont conduit à identifier complètement le Bakanko avec le *Strychnos Vacacoua* de Baillon. Il nous écrit, en particulier : « ... Ce qui est certain, c'est que la plante dont vous avez étudié les graines est l'espèce de Baillon, que j'ai vue dans l'herbier du Muséum, en la comparant avec mes échantillons. » On doit donc considérer, ainsi que nous le faisions pressentir, les mots *Vacacoua* et *Bakanko* comme se rapportant à la même plante ([2]).

D'autre part nous avons reçu de Majunga, en mai 1907, un envoi important de fruits mûrs de Bakanko, et M. Perrier de la Bathie, qui nous les avait expédiés fin mars, nous informait, ce que nous avons pu vérifier par comparaison ([3]), que les graines que nous avions soumises antérieurement à l'analyse, et que nous devions déjà à son obligeance, provenaient de fruits non encore complètement arrivés à maturité.

Le fait bien connu aujourd'hui, que chez beaucoup de plantes certains

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 575.

([2]) Voir d'ailleurs : H. Jumelle et H. Perrier de la Bathie, *Notes sur la flore du nord-ouest de Madagascar* (*Ann. Musée colon. de Marseille*, 15e année, 2e série, 5e volume, 1907).

([3]) 100 graines mûres, simplement séchées à l'air, débarrassées de leur coque, pèsent 87g,5, ce qui donne, par graine, un poids moyen de 0g,875, tandis que le poids moyen des graines non mûres qui ont fait l'objet de notre premier travail était de 0g,735.

principes immédiats des fruits et des graines disparaissent ou se transforment pendant la maturation, nous obligeait à rechercher : 1° si les graines mûres renfermaient encore un glucoside; 2° le cas échéant, si ce glucoside était identique à celui que nous avions retiré des graines non mûres.

Relativement au premier point, des essais pratiqués avec l'émulsine nous ont montré que les graines mûres de Bakanko renferment, comme les graines non mûres, un glucoside dédoublable par ce ferment. C'est ainsi que l'émulsine, agissant sur une solution dont 100^{cm^3} représentaient 100^g de graines, a déterminé un retour vers la droite du plan de polarisation de 13° 56′ ($l = 2$).

D'autre part le glucoside a été extrait à l'état pur par un traitement semblable à celui que nous avons décrit pour les graines non mûres (emploi de l'alcool).

On a obtenu ainsi un produit cristallisé présentant toutes les propriétés de la bakankosine retirée, dans nos premières recherches, de ces dernières graines.

En particulier, la détermination du pouvoir rotatoire, effectuée sur un produit purifié par cristallisation dans l'eau et desséché à l'air, a donné

$$\alpha_D = -196°,8 \left(v = 15^{cm^3},\ l = 2,\ p = 0^g,508,\ \alpha = -13°20' = 13°,333 \right).$$

$1^g,0193$ du même produit ont perdu, à 115°-120°, $0^g,0489$ d'eau, soit 4,79 pour 100. Nous avions trouvé pour le glucoside retiré des graines non mûres 4,74 et 4,88 pour 100.

Le rendement a été d'environ 0,92 pour 100, tandis qu'une extraction faite simultanément dans des conditions tout à fait identiques, sur des graines non mûres, a donné un rendement de 3,6 pour 100.

On remarquera, si l'on compare les changements de rotation subis sous l'influence de l'émulsine par les liquides extractifs provenant des graines vertes d'une part, et des graines mûres d'autre part, que ces changements de rotation, bien que différant notablement (25°24′ pour les graines non mûres et 13°56′ pour les graines mûres), ne peuvent expliquer la grande différence observée dans le rendement. Peut-être une partie de la bakankosine des graines vertes s'est-elle transformée, pendant la maturation, en un autre principe lévogyre, comme la bakankosine elle-même.

Ni la coque de la graine, ni la pulpe du fruit ne renferment de glucoside dédoublable par l'émulsine.

En possession de nouvelles quantités de bakankosine, nous avons pu poursuivre l'étude des propriétés de cette dernière.

1 partie de bakankosine anhydre se dissout à 20° dans sensiblement 3164 parties d'éther acétique anhydre, 55 parties d'alcool éthylique à 95°, 12 parties d'eau distillée, 4 parties d'alcool méthylique.

La bakankosine n'est pas racémisée par le baryte, contrairement à ce qui se passe avec d'autres glucosides azotés, tels que l'amygdaline, l'amygdonitrileglucoside et le sambunigrine.

La cryoscopie de la bakankosine, effectuée dans l'eau, donne

$$M = 18,5 \times \frac{3,786}{0,195} = 359.$$

(Eau $= 24^{g},35$; substance anhydre $= 0^{g},923$; $\Delta = 0°,195$.)

Voici les résultats de l'analyse organique du produit cristallisé, c'est-à-dire hydraté :

I. $0^{g},2585$ de produit ont donné $0^{g},4834\,CO^2$ et $0^{g},1576\,H^2O$; soit, pour 100, C, 51; H, 6,77.

II. $0^{g},2359$ de produit ont donné $0^{g},4433\,CO^2$ et $0^{g},1465\,H^2O$; soit, pour 100, C, 51,24; H, 6,89.

III. $0^{g},4545$ de produit ont donné $0^{g},01653$ N, soit, pour 100, N, 3,63.

Ces données, jointes aux déterminations antérieures de la perte en eau, nous conduisent à considérer la bakankosine cristallisée comme possédant la formule $C^{16}H^{23}O^8N + H^2O$.

	Calculé pour $C^{16}H^{23}O^8N + H^2O$.	Trouvé.		
Poids moléculaire..........	357 + 18	359 (pour le produit anhydre).		
Eau de cristallisation.......	4,80 pour 100	4,74	4,88	4,79
C..........................	51,20 »	51,00	51,24	
H..........................	6,66 »	6,77	6,89	
N..........................	3,73 »	3,63		

Quant à l'équation représentant l'action de l'émulsine ou de l'acide sulfurique étendu sur la bakankosine, on ne pourra la donner avec certitude que lorsqu'on connaîtra la nature de ou des produits de dédoublement qui accompagnent le glucose *d* antérieurement isolé. Provisoirement, puisqu'il ne peut vraisemblablement se former qu'une seule molécule de glucose, on peut écrire :

$$C^{16}H^{23}O^8N + H^2O = C^6H^{12}O^6 + C^{10}H^{13}O^3N\ ?$$

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les transformations de la matière chromogène des raisins pendant la maturation.* Note de M. J. **Laborde**, présentée par M. Guignard.

Dans une Note précédente [1], j'ai montré que la coloration des pellicules des raisins rouges a pour origine une transformation de l'œnotanin ou matière chromogène, transformation que l'on peut réaliser artificiellement par l'action de l'acide chlorhydrique à 2 pour 100 à l'autoclave à 120°.

Le mécanisme naturel de l'apparition de la couleur est encore inexpliqué, ainsi que l'absence de coloration chez les cépages blancs dont la pellicule permet également une production artificielle de couleur. C'est en vue d'arriver à résoudre ces questions que j'ai fait les recherches suivantes.

En essayant d'abord de doser la totalité des matières tannoïdes contenues dans les pellicules vertes, j'ai constaté l'existence de deux formes principales de ces matières : 1° une forme soluble dans l'alcool fort ; 2° une forme insoluble dans ce dissolvant, et dont la proportion est bien supérieure à la précédente ; elle paraît être une forme de réserve plus insoluble que le phlobaphène rencontré par MM. Aimé Girard et Lindet, principalement dans la rafle. Pendant la véraison, la forme insoluble diminue pendant que la forme soluble augmente, ainsi que j'ai pu l'observer par la méthode suivante :

Dans 50^{cm^3} d'alcool à 90°, on faisait macérer pendant plusieurs jours 5^g de pellicules fraîches; on décantait ensuite l'alcool, on rinçait les pellicules avec de l'alcool chaud, on chassait par l'eau et l'ébullition la plus grande partie de l'alcool de ces liquides d'épuisement réunis, puis le volume du liquide restant était amené à 50^{cm^3} après addition de 1^g de HCl. Cette solution de tanin, ainsi que les pellicules épuisées sur lesquelles on avait mis 50^{cm^3} d'eau chlorhydrique à 2 pour 100, étaient alors portées à l'autoclave à 120° pendant une demi-heure. Dans les deux vases qui en sortaient, on avait un liquide fortement coloré en rouge sur lequel on ajoutait aussitôt 50^{cm^3} d'alcool. On agitait, on filtrait et l'on complétait exactement à 100° après refroidissement. Puis ces solutions colorées étaient examinées au colorimètre, où l'on plaçait comme liqueur type une solution de rouge de Bordeaux à 1 pour 100, dont l'intensité de coloration était prise pour unité et dont la nuance était absolument identique à celle des solutions à comparer.

Le Tableau ci-après donne les résultats obtenus avec des pellicules

---

[1] *Comptes rendus*, 29 juin 1908.

vertes et de plus en plus colorées par la maturation :

	Cépages.	Raisins verts. — Matière chromogène			Raisins verés. — Matière chromogène			Raisins mûrs. — Matière chromogène		
		soluble.	insoluble	totale	soluble.	insoluble	totale.	soluble.	insoluble.	totale.
Rouges.	Cabernet-Sauvignon.	0,45	1,50	1,95	0,50	1,25	1,75	1,25	0,62	1,87
	Merlot..............	0,45	1,35	1,80	»	1,10	»	0,90	0,50	1,40
	Graput.............	0,35	1,30	1,65	0,25	0,91	1,15	0,66	0,48	1,14
Blancs.	Chasselas...........	0,25	1,20	1,45	0,28	0,83	1,11	0,35	0,52	0,87
	Sémilion............	»	»	1,45	0,33	0,77	1,10	0,52	0,43	0,95
	Sauvignon..........	»	»	1,35	0,23	0,60	0,83	0,42	0,43	0,85

Par conséquent la matière chromogène de la pellicule qui est sous la forme insoluble à l'état vert se solubilise de plus en plus au cours de la maturation, et c'est pendant cette modification que prend naissance la matière colorante chez les cépages rouges. On remarque aussi une certaine diminution de la quantité totale de matière chromogène, plus sensible pour les cépages blancs que pour les rouges. Pour ces derniers, il existe dans la partie soluble, à partir de la véraison, de la matière colorante et de l'œnotanin non transformé, ainsi qu'on peut le constater en mesurant l'intensité colorante de la solution chlorhydrique avant et après traitement à l'autoclave ; on trouve, par exemple, les chiffres suivants :

	Avant traitement.	Après traitement.
Cabernet-Sauvignon.........	0,66	1,25
Merlot......................	0,60	0,91
Graput.....................	0,45	0,66

Après maturation complète, ces différences n'existent pas, en général, ou sont beaucoup plus faibles; la pellicule ne renferme que de la matière colorante soluble et une petite quantité de matière chromogène non transformée et à l'état insoluble. Ce sont donc les autres parties solides de la vendange, pépins et rafles, et le moût lui-même, qui cèdent au vin l'œnotanin qu'il contient à côté de la matière colorante.

Dans les pellicules de raisins blancs très mûrs, non seulement la quantité totale de matière chromogène a diminué, mais la partie soluble ne donne plus, à l'autoclave, qu'une matière colorante rouge brun insoluble, comme les solutions d'œnotanin fortement oxydées.

La solubilisation des matières tannoïdes de réserve [1], chez les deux

---

[1] Cette forme de réserve est probablement un glucoside insoluble qui est solubilisé et dédoublé en glucose et œnotanin pendant la maturation.

sortes de cépages, a lieu vraisemblablement par une action diastasique, comme pour d'autres produits de réserve, lorsqu'ils doivent être utilisés par la plante. Y a-t-il aussi une diastase qui transforme l'œnotanin en couleur rouge chez les cépages rouges alors que cette diastase est absente dans les blancs? C'est ce qu'on peut supposer, mais je dois dire que la recherche directe de cette diastase ne m'a donné aucun résultat. Le procédé Albert, notamment, qui permet de mettre en évidence l'existence de la *zymase* de Buchner, a été appliqué sans succès. Cependant, faits certains tendent à démontrer l'existence d'une action diastasique ou tout au moins l'influence d'une action catalytique tout à fait analogue.

BOTANIQUE. — *Sur le* Cedrelopsis. Note de MM. **Costantin** et **H. Poisson**, présentée par M. Edmond Perrier.

Le groupe des Cédreloïdées (Harms) est placé par les auteurs dans les Méliacées. Un caractère important cependant l'en distingue, l'indépendance des étamines isostémones, et une pareille particularité peut justifier l'isolement d'un groupe autonome qu'on pourrait même envisager comme un caractère de famille.

Ce groupe, qui comprenait jusque dans ces derniers temps trois genres : *Cedrela, Toona, Pteroxylon*, a été enrichi par Baillon d'un genre nouveau curieux, le *Cedrelopsis*. Baillon n'a d'ailleurs pas dit dans quelle famille il plaçait ce genre nouveau, car il s'est contenté de le figurer sans le décrire dans l'Atlas de Madagascar (*Pl. CCLVII*); le dessin ne représente d'ailleurs que les feuilles et fruits de la plante et l'analyse de la fleur manque. Malgré les conditions fâcheuses dans laquelles la mise en lumière de cette plante a été faite, M. Hæckel, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille, a pu l'identifier à une plante rapportée de Madagascar par M. le Dr Besson et connue des indigènes sous le nom de *Katafa*; il est parvenu à faire ce rapprochement, grâce aux fruits et surtout aux graines ailées qui ont été en sa possession. Il en a confié l'étude à M. Courchet qui a fait sur ce sujet un excellent travail [1].

---

[1] *Annales de l'Institut colonial de Marseille*, 1906, p. 30 et 31. — La dissémination des travaux concernant les plantes économiques tropicales est considérable, et ce travail avait échappé à nos recherches bibliographiques cependant étendues, mais faites dans une autre voie.

L'étude entreprise récemment par nous [1] sur un type indigène de même nom a été faite à l'aide de matériaux mis à notre disposition par M. Geay; malheureusement les échantillons étaient dépourvus de fruit et de graines; nous n'avons pu examiner que des fleurs en boutons, aussi notre tâche a été rendue très difficile.

Notre attention ayant été attirée d'une manière bienveillante par M. Hæckel, nous avons repris l'étude complète de notre plante anatomiquement, et nous sommes parvenus à cette conclusion qu'il y a des affinités génériques incontestables entre la plante décrite par nous et le type de Baillon, si bien étudié par M. Courchet.

La structure du bouton floral est la même : même calice à sépales charnues et à cellules glandulaires, mêmes pétales valvaires; la tige a les mêmes cellules sécrétrices dans l'écorce et la moelle, les mêmes arcs de fibres péricycliques. Dans la feuille il y a un anneau aplati de faisceaux libéro-ligneux avec des îlots de fibres péricycliques, de grandes cellules glandulaires corticales; la moelle a de grandes cellules tiraillées, allongées dans le sens dorso-ventral. Nous conclurons donc que notre plante est le *Cedrelopsis* de Baillon ou une espèce voisine.

AGRONOMIE. — *Sur la conservation de la noix de coco.* Note de M. **Dybowski**, présentée par M. Müntz.

Le produit commercial du cocotier, désigné sous le nom de *coprah*, est chaque jour plus demandé par le commerce et l'industrie. Depuis un petit nombre d'années, les applications de cette matière première se sont, en effet, singulièrement étendues. L'huile de coco que fournit le coprah n'était, au début, utilisée que pour la fabrication des savons, le graissage, etc. Mais on a reconnu la possibilité de l'utiliser dans l'alimentation humaine, où il commence à jouer un rôle important.

Dès ce moment le coprah, trouvant une application aussi importante, a vu ses cours s'élever et l'Administration des Colonies a, par tous les moyens en son pouvoir, aidé à la propagation de la culture du cocotier. A Madagascar, en Afrique occidentale, en Indo-Chine, au Congo, on a créé des stations où l'on a réuni toutes les meilleures variétés du cocotier. Des distributions de graines faites par l'Administration ont permis aux indigènes et aux colons d'établir d'importantes plantations. Sous peu d'an-

---

(1) *Comptes rendus*, 12 octobre 1908.

nées il existera, sur certains points de nos colonies éloignées, des forêts formées de millions d'arbres.

La France qui importe annuellement 110 000 tonnes de coprah, venues presque en totalité des colonies étrangères, peut donc espérer trouver bientôt dans ses propres colonies une partie importante de ce produit.

Actuellement le coprah arrive sur le marché européen après avoir subi sur les lieux de production une préparation qui consiste à fendre le fruit et à laisser l'albumen se dessécher par l'exposition à l'air, au soleil ou parfois à la chaleur du feu; de l'extraire alors de la coque dont il se détache aisément après cette dessiccation sommaire.

Ce mode opératoire présente le grave inconvénient de permettre aux microorganismes de se développer à la surface de l'albumen, d'en pénétrer bientôt la masse et d'amener, par leur action, une détérioration partielle de la matière grasse. Une grande partie du coprah débarqué des navires est couverte de moisissures et répand une forte odeur de rance. Il résulte de son état imparfait de conservation un déchet considérable et l'obligation d'une purification de l'huile extraite.

Nous avons pensé qu'il serait possible d'arriver, par un traitement approprié, à stériliser, après la récolte sur place, la surface du coprah de façon à empêcher l'action des microorganismes, dont le développement compromet si gravement la qualité du produit. Dans ce but, des expériences ont été entreprises au Jardin colonial, dès 1905, en utilisant l'acide sulfureux.

Des échantillons conservés depuis cette époque, c'est-à-dire depuis 3 ans, sont restés sans présenter la moindre altération, alors que les produits non traités s'altèrent profondément dans l'espace de peu de semaines.

Partant de ces premières indications, et dans le but de confirmer ces données par une expérience sur une grande échelle, un lot de 3000 noix de coco a été importé de Malaisie, au Jardin colonial, au mois de juin dernier. Les fruits, après avoir été fendus en deux, ont été, dans un local approprié, soumis à l'action des gaz sulfureux produits par l'appareil Marot.

Les opérations renouvelées sur des lots successifs ont démontré que, sous l'action stérilisante de ce gaz, le coprah ne subit plus d'altération. Les produits obtenus par ce procédé sont blancs, dépourvus de rancidité et de toute odeur, exempts de moisissures et peuvent, comme le prouve l'échantillon obtenu en 1905, se conserver indéfiniment.

La plus-value de ce produit sur le coprah ordinaire est considérable, et il n'est pas douteux que l'application de cette méthode favorisera la culture si importante des cocotiers dans nos possessions lointaines.

ZOOLOGIE. — *Sur les* Plumulariidæ *de la collection du* Challenger. Note de M. **Armand Billard**, présentée par M. Edmond Perrier.

Je donne dans cette Note les premiers résultats des recherches entreprises, grâce à la subvention que l'Académie a bien voulu m'accorder sur le fonds Bonaparte, ce dont je lui suis très reconnaissant ainsi qu'au généreux donateur.

Je ne saurais trop remercier M. R. Kirkpatrick, du British Museum, qui avec la plus grande obligeance a mis à ma disposition son laboratoire et les collections dont il a la charge.

J'ai trouvé, chose curieuse, dans la collection d'Hydroïdes du *Challenger* une espèce et une variété nouvelles dont voici les descriptions succinctes :

Plumularia Kirkpatricki n. sp. — Tige polysiphonique à branches opposées polysiphoniques, sauf aux extrémités; hydroclades portés aussi bien par la tige que par les branches; pas d'hydrothèque à la base des hydroclades, mais un mamelon basal ouvert, flanqué de deux dactylothèques; hydroclades divisés en articles hydrothécaux seulement (longueur : 350^{μ} à 420^{μ}). Chaque article porte une dactylothèque médiane inférieure, deux médianes supérieures et deux latérales pédonculées. Ces dactylothèques mobiles et bithalamiques sont largement échancrées. Les hydrothèques sont presque cylindriques à bord plan (hauteur : 150^{μ} à 175^{μ}; largeur à l'orifice : 150^{μ} à 160^{μ}). Cette espèce était dans un flacon étiqueté à tort *Plumularia laxa* et provient sans doute de la même localité; elle était à l'état de fragments dont le plus long atteint 6^{cm}.

Thecocarpus myriophyllum elongatus n. var. — Caractérisée par son port particulier dû à l'écartement des hydroclades, par ses corbules très allongées, atteignant jusqu'à $17^{mm},5$, avec un pédoncule comptant de 7 à 16 articles hydrothécaux; ces corbules sont fermées avec la première ou les deux premières côtes libres. L'hydrothèque est du type de celle du *T. myriophyllum orientalis* mihi (¹). Les hydroclades atteignent jusqu'à 28^{mm} et la hauteur de l'échantillon unique est de 26^{cm}. Localité : station 212, îles Philippines.

Dans l'exposé ci-après je suivrai autant que possible l'ordre du Mémoire d'Allman (²), je compléterai ses descriptions et je discuterai la valeur de certaines espèces dont les noms doivent disparaître. Tout d'abord, je

(¹) *Arch. Zool. Exp.*, 4ᵉ série, t. VIII, 1908, p. LXIII.

(²) *Report Scient. Results « Challenger »*, t. VII, 1883.

n'ai rien à ajouter sur les espèces suivantes : *Aglaophenia acacia* Allm., *A. calamus* Allm., *A. coarctata* Allm., *Lytocarpus longicornis* (Busk), *Streptocaulus pulcherrimus* Allm. Quant aux *Plumularia stylifera* Allm., *Antennularia fascicularis* Allm. *Aglaophenia attenuata* Allm., elles n'existent plus dans la collection.

Chez le *Plumularia flabellum* Allm. la dactylothèque médiane inférieure s'insère entre les deux épaississements inférieurs et les dactylothèques latérales immédiatement au-dessous de l'épaississement correspondant au bord de l'hydrothèque; la dactylothèque de l'article intermédiaire est située entre les deux épaississements de l'article; enfin, le bord dorsal d'insertion de l'hydrothèque avec l'hydroclade, vu sous un angle favorable, n'est pas régulier mais présente deux courbures à concavité dorsale. Le *P. insignis* montre cette même particularité, et si le nombre des épaississements peut s'élever jusqu'à huit, on en trouve parfois six placés comme chez le *P. flabellum;* les hydrothèques sont un peu plus allongées (255µ à 285µ au lieu de 190µ à 200µ). Quant au *P. abietina*, il est difficile à séparer des deux formes précédentes dont il possède les mêmes caractères; seuls les épaississements sont un peu moins marqués; la hauteur des hydrothèques (230µ-255µ) est intermédiaire entre celle des deux formes précédentes. Ces trois formes possèdent des caractères semblables, elles proviennent des mêmes régions et leurs différences peuvent être dues à des conditions d'habitat un peu différentes. La différence de port est plus grande entre le *P. flabellum* et le *P. insignis* qu'entre celle-ci et le *P. abietina;* mais la première a été draguée à une profondeur moindre et ce fait est suffisant pour expliquer cette différence. Je propose donc de conserver son nom au *P. insignis* et de faire des deux autres formes des variétés de cette espèce sous les noms de *P. insignis flabellum* et de *P. insignis abietina.*

Le *P. laxa* Allm. est bien identique au *P. campanula* Busk, comme Bale [1] l'a déjà signalé. Chez le *P. armata* la dactylothèque médiane inférieure n'est pas aussi longue que le figure Allman; elle est du même type que celle du *P. campanula.*

Je suis de l'avis de Kirkpatrick [2] qui considère le *Sciurella indivisa* Allm. comme synonyme d'*Antennularia cylindrica* Bale, le nom d'Allman ayant la priorité. Les dactylothèques latérales, comme les figure Bale [3], sont plus courtes que la dactylothèque médiane, bien qu'Allman les représente égales; de plus dans les préparations de l'espèce type que j'ai examinées la partie distale des gonothèques est lobée (trois lobes), au lieu d'être entière. Ces gonothèques ont ainsi une forme irrégulière, elles sont de plus concavo-convexes et non planes. Je ne doute pas qu'on puisse un jour réunir

(1) *Tr. roy. Soc. Victoria*, t. XXIII, 1886, p. 22.

(2) *Scient. Proceed. roy. Dublin Soc.*, t. VI, 1886, p. 609.

(3) *Catalogue of the austr. Hydroid Zoophytes*, Sydney, 1884, *Pl. V, fig.* 7.

à cette espèce le *P. dolichotheca* dont on ferait une variété, lorqu'on aura à sa disposition des formes plus développées que celles du *Challenger* et possédant leur gonosome : les caractères des hydroclades de ces deux formes sont les mêmes et l'on y rencontre une particularité curieuse, non signalée : c'est que les deux dactylothèques latérales s'insèrent un peu en dedans et au niveau du bord de l'hydrothèque. La seule différence consiste dans l'existence chez le *P. dolichotheca* d'articles à deux hydrothèques avec seulement une dactylothèque médiane au-dessous de la première hydrothèque seulement.

Comme je l'ai indiqué ailleurs ([1]), le nom d'*Acanthella effusa* (Busk) doit tomber en synonymie et être remplacé par le nom de ***Plumularia scabra*** Lamarck.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Mobilité et dissémination des poussières infectantes dues au balayage de crachats tuberculeux desséchés.* Note de M. **G. Kuss**, présentée par M. A. Chauveau.

Dans une Note antérieure, nous avons montré que, dans des conditions expérimentales déterminées, les poussières tuberculeuses sèches transmettent facilement la tuberculose.

Mais, pour apprécier l'importance du danger de contagion par ces poussières, d'autres points sont à élucider, en particulier celui-ci : les poussières sèches bacillifères sont-elles, comme le dit Flügge, des poussières peu mobilisables, qui retombent immédiatement sur le sol dès la fin du balayage? Ou bien ont-elles, comme le pense Cornet, une grande puissance de dissémination?

Dans une expérience restée unique, Cornet a exposé des cobayes, dans une chambre de 76^{m^3}, au balayage d'un tapis contaminé: ces cobayes *ont tous contracté la tuberculose*. Mais Cornet s'était placé dans des conditions expérimentales très exceptionnelles : dessiccation rapide des crachats dans une atmosphère extrêmement sèche ($E = 31$ à 36 pour 100), balayages précoces dès le deuxième et le quatrième jour, animaux accumulés dans des caisses et exposés à la projection directe des particules virulentes.

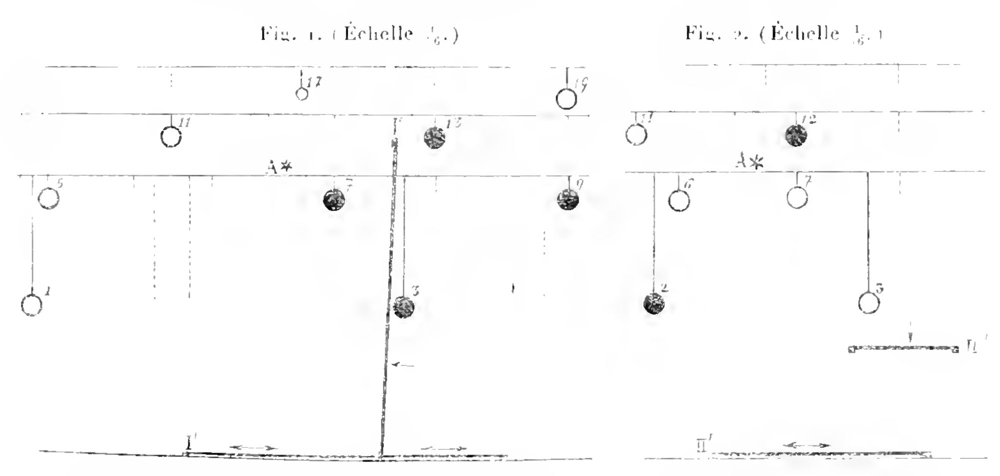
J'ai cru utile de refaire l'expérience de Cornet en écartant ces causes

([1]) *Ann. Sc. nat. Zool.*, 9e série, t. V, 1907, p. 322.

d'erreurs, non pas dans l'intention de reproduire exactement les conditions de la contagion naturelle (ce qui est impossible dans une expérience de courte durée), mais *pour étudier le mode de dissémination des poussières infectantes, lorsque des crachats de phtisiques, lentement desséchés à l'obscurité dans les conditions mêmes de la dessiccation spontanée, sont soumis pendant peu de temps au balayage.*

Dispositif expérimental. — L'expérience a été faite dans une chambre de 30^{m^3}. Sur un premier tapis de $153^{cm} \times 63^{cm}$, on a étalé quotidiennement 125^{cm^3} de crachats les treizième, douzième et onzième jours avant le balayage. Un second tapis de $110^{cm} \times 50^{cm}$ a reçu 20^{cm^3} de crachats le sixième jour avant le balayage. La chambre,

Fig. 1. (Échelle $\frac{1}{50}$.) Fig. 2. (Échelle $\frac{1}{50}$.)



Balayage du premier tapis fortement contaminé. *Balayage du second tapis faiblement contaminé.*

Les cercles noirs figurent les cobayes contaminés et morts de tuberculose; les cercles blancs figurent les cobayes restés indemnes. En A, aspiration de l'air à travers un filtre imperméable aux poussières. — I', II', premières positions des tapis, *balayés;* I, II, deuxièmes positions des tapis pour battage.

laissée d'abord dans l'obscurité, a été exposée les cinq derniers jours à une faible lumière diffuse; la température a varié de 15° à 25°, l'état hygrométrique de 88 à 60 pour 100.

Les cobayes étaient suspendus isolément en divers points d'une surface murale de 3^m de largeur, à des hauteurs variant de 75^{cm} à 175^{cm}, les places respectives étant représentées exactement dans les figures ci-jointes (échelle $\frac{1}{50}$).

Le balayage a été effectué sans danger, grâce à l'appareil respiratoire de M. J. Tissot : l'opérateur, muni de cet appareil, était de plus recouvert d'une cagoule protectrice avec vitre de mica.

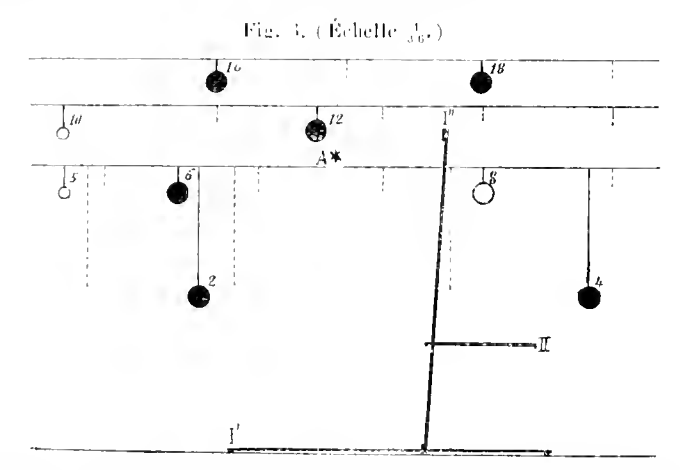
L'expérience a comporté les phases suivantes : 1° Les 18 cobayes représentés figure 1 et figure 3 étant mis en place, le premier tapis a été balayé avec un balai de sorgho, puis

dressé verticalement et battu avec le manche du balai, le tout, avec intervalles de repos, durant 20 minutes.

2° Les 9 cobayes de la figure 1 ont été sortis de la chambre et remplacés par des cobayes neufs, placés comme l'indique la figure 2.

3° Pendant 12 minutes, à plusieurs reprises, balayage et battage du deuxième tapis, placé successivement sur le sol et sur les genoux de l'opérateur.

Fig. 3. (Échelle $\frac{1}{30}$.)



Cobayes exposés : 1° aux balayages des deux tapis; 2° aux poussières disséminées dans la chambre par les mouvements incessants de l'opérateur revêtu de la cagoule pendant 20 minutes d'intervalle entre les balayages du premier et du second tapis.

Les *résultats* de l'expérience sont indiqués dans les figures 1, 2, 3. On voit (*fig.* 1) que le balayage et le battage du premier tapis ont produit, au voisinage immédiat du tapis, des poussières capables de contaminer facilement les cobayes (tuberculoses graves entraînant la mort en 2 à 4 mois). Les poussières infectantes n'ont été projetées qu'à une faible distance; 60 litres d'air, aspirés en A, renfermaient des bacilles virulents assez nombreux.

La figure 2 montre que le deuxième tapis, faiblement contaminé, a produit très peu de poussières bacillifères mobilisables; 70 litres aspirés en A renfermaient des bacilles virulents assez nombreux.

Les cobayes de la figure 3, exposés au balayage des deux tapis, ont été tuberculisés dans des proportions et à des distances des tapis bien plus grandes qu'on n'aurait pu s'y attendre d'après les résultats précédents; cela est dû sans doute aux remous aériens provoqués, dans l'intervalle de 20 minutes entre les balayages des deux tapis, par les mouvements incessants de l'opérateur revêtu de sa cagoule : d'où dissémination des poussières produites par le premier balayage.

Pour vérifier cette hypothèse, nous avons recherché, à l'aide de la caisse d'inhalations décrite dans une Note précédente, si les poussières tuberculeuses de balayage peuvent rester en suspension plus de 10 minutes dans un air absolument calme. A cet effet, un tapis contaminé était balayé énergiquement, les cobayes n'étant mis en rapport avec l'air de la caisse que 10 *minutes après la fin du balayage* (à plusieurs reprises). Tous ces cobayes ont contracté des tuberculoses graves.

Nous sommes ainsi amenés aux conclusions suivantes :

Conclusions. — 1° Quand un tapis est contaminé par des crachats tuberculeux desséchés restés virulents, un seul balayage de quelques minutes, suivi de battage, produit des poussières infectantes pour le cobaye qui les respire.

2° La quantité de ces fines poussières infectantes est très minime par rapport à la quantité des crachats.

3° Ces poussières sont projetées par le balayage et le battage à une faible distance du tapis, mais elles sont suffisamment légères pour rester en suspension dans l'air pendant un certain temps (10 à 15 minutes), et pendant ce temps elles peuvent être transportées à distance par les courants d'air et les remous aériens.

PATHOLOGIE. — *Sur une infection à corps de Leishman (ou organismes voisins) du gondi.* Note de MM. **C. Nicolle** et **L. Manceaux**, présentée par M. Laveran.

Le gondi (*Ctenodactylus gondi* Pallas, 1778), rongeur nord-africain de la famille des Octodontidés, présente fréquemment dans son sang un hématozoaire endoglobulaire que l'un de nous a décrit sous le nom de *Piroplasma quadrigeminum* [1].

Il semble que l'infection s'étende à toutes les parties de la Tunisie où habite le gondi. Nous l'avons rencontrée, en effet, sur des échantillons capturés aux Matmata, dans le Djerid et aux environs de Gafsa.

Ce piroplasme se caractérise par son mode de multiplication (quadripar-

(1) C. Nicolle, *Société de Biologie*, séance du 27 juillet 1907.

tition) et par la présence fréquente de deux corps chromatiques : grand et petit karyosomes. Il semble constituer un intermédiaire entre les piroplasmes proprement dits et les corps de Leishman.

Nous venons de rencontrer chez la même espèce animale un parasite plus voisin encore des *Leishmania*. Malheureusement, les deux gondis sur lesquels nous avons constaté sa présence étaient morts depuis plusieurs heures au moment de notre examen. Il a pu en résulter, nos recherches ayant été faites pendant la saison chaude, une légère altération du parasite. D'autre part, ces conditions défavorables ne nous ont permis de pratiquer ni inoculations ni cultures.

L'un de ces gondis (n° I), capturé en mai, présentait des piroplasmes rares dans son sang aux dates suivantes : 5, 11, 12 et 15 juin; nous n'en avons pas retrouvé sur le cadavre (sang du cœur, du foie, de la rate, 28 juin). L'autre gondi (n° II) capturé en juillet, mort le 2 octobre, n'a montré de piroplasmes ni pendant la vie, ni sur le cadavre.

Les lésions constatées à l'autopsie furent : pour le n° I, une hypertrophie énorme de la rate, la congestion des poumons et un léger épanchement pleural; pour le n° II, une hypertrophie splénique légère.

Les deux gondis provenaient des Matmata. Les constatations microscopiques faites sur eux ont donné des résultats sensiblement identiques; nous ne les séparerons pas.

Frottis de la rate. — Nombreux parasites libres ou inclus dans des cellules ou des débris cellulaires (gangues). Chez le gondi I, la majorité des organismes est libre; chez le II, ils sont, en général, intracellulaires. Les éléments parasités sont toujours des cellules mononucléaires, de dimensions variables, quelquefois énormes. Jamais on ne trouve de protozoaires dans les globules rouges ou les polynucléaires. Nous avons compté jusqu'à 30 corps dans une cellule. L'aspect des éléments avec leurs parasites est exactement celui que présentent les mononucléaires porteurs de *Leishmania* dans le Kala-Azar infantile ou le bouton d'Orient. Les gangues, dans lesquelles on reconnaît facilement des débris du protoplasme cellulaire, contiennent un nombre plus ou moins grand de parasites.

Ces protozoaires présentent une forme variable; ils sont tantôt ronds, tantôt et le plus souvent ovales, tantôt allongés. Leurs extrémités, ordinairement arrondies, peuvent s'effiler; l'une d'elles est dans ce cas généralement plus effilée que l'autre. Le parasite donne alors l'image exacte (abstraction faite des flagelles) d'une *Leishmania* en culture; cette ressemblance est rendue encore plus frappante par suite de l'aspect alvéolaire du protoplasme. Les dimensions de ces organismes sont en moyenne de 5^{μ} à $5^{\mu},5$ sur $2^{\mu},5$ à 4^{μ} (pour les formes libres; les parasites intracellulaires sont toujours moins gros); les formes libres les plus petites et par conséquent les plus jeunes ne mesurent pas moins de 4^{μ} sur $2^{\mu},5$; il y a par contre des individus volumineux pouvant atteindre 7^{μ} sur 5^{μ}.

Il n'existe pas de noyau vésiculeux comme chez les piroplasmes, mais un noyau véri-

table, rond, siégeant dans le protoplasme en un point variable, ne faisant jamais partie de la courbure de l'élément; ce noyau est formé d'un réseau chromatique assez lâche, dont le dessin est variable; il mesure de 2^{μ} à 3^{μ}. Un parasite sur vingt environ présente un second corps chromatique (centrosome?), tantôt en bâtonnet (l'identité, dans ce cas, du parasite avec une *Leishmania* est complète), tantôt et le plus souvent très réduit, même ponctiforme. Les conditions défectueuses dans lesquelles ont été faites nos préparations nous obligent ici à une grande réserve.

Les formes de multiplication par bipartition sont fréquentes.

Frottis du foie. — Parasites nombreux, moins nombreux cependant que dans la rate. Libres, intracellulaires ou dans des gangues. Nous en avons compté jusqu'à 12 dans une cellule. Les éléments parasités sont toujours des mononucléaires; on ne rencontre jamais de protozoaires dans les globules rouges, dans les polynucléaires ni dans les cellules du foie. Fréquence des figures de division. Les formes allongées, même effilées, sont nombreuses.

Moelle osseuse (examinée sur le gondi II seulement). — Parasites exceptionnels.

Sang cardiaque. — Chez le I, présence de protozoaires exceptionnels groupés dans des débris cellulaires (gangues).

Nature de ces parasites. Leurs rapports avec Piroplasma quadrigeminum *et les* Leishmania. — Les parasites que nous venons de décrire ne peuvent être considérés comme des formes de *P. quadrigeminum*. La coexistence de la piroplasmose n'a été constatée que chez un de nos deux gondis. D'autre part, plusieurs gondis infectés par *P. quadrigeminum* ne nous ont pas montré de formes analogues. Enfin, on peut donner pour séparer les deux parasites les caractères suivants : — *Dimensions :* 2^{μ} en moyenne pour le *P.*: 5^{μ} à $5^{\mu},5$ sur $2^{\mu},5$ à 4^{μ} pour l'autre protozoaire. Les formes jeunes de *P.* ont 1^{μ} de diamètre au maximum; nous n'avons pas trouvé pour notre microorganisme de formes mesurant moins de 4^{μ} sur $2^{\mu},5$. — *Noyau :* Le noyau de *P.* est vésiculeux avec un karyosome constant, compact, faisant partie du contour du parasite, et un petit karyosome inconstant. Le noyau de notre protozoaire est un noyau véritable, arrondi, siégeant dans le protoplasme, ne faisant pas partie du contour cellulaire et constitué par une substance chromatique non compacte, mais disposée en réseau. — *Centrosome :* Question à réserver. — *Mode de division :* La quadripartition est le mode ordinaire pour *P.*, la bipartition pour l'autre microorganisme. — *Habitat :* *P.* est un parasite des globules rouges; le nouveau protozoaire un parasite des globules blancs mononucléaires. Il y a des formes libres dans les deux cas, mais elles sont toujours très rares pour *P.*; au contraire, elles peuvent être très fréquentes pour notre protozoaire. — *P.* est un parasite du sang, l'autre un parasite de certains organes (rate, foie).

S'il nous paraît impossible d'identifier le nouveau protozoaire avec *P. quadrigeminum*, nous trouvons au contraire les plus grandes analogies entre lui et les *Leishmania* : habitat, morphologie, dimensions, tout les rapproche. Un seul caractère les différencie : la présence constante du centrosome chez les *Leishmania*, sa rareté chez notre microorganisme.

S'il ne s'agit pas d'une *Leishmania*, il y aura lieu de créer pour le parasite nouveau un groupe particulier qui viendra prendre place entre les piroplasmes et les corps de Leishmann. Si, au contraire, l'identité avec les *Leishmania* est prouvée, on pourra se demander si la leishmaniose du gondi n'est pas en Tunisie au bouton d'Orient ce que la leihsmaniose spontanée du chien de Tunis est au Kala-Azar infantile. L'un de nous a déjà fait remarquer (*loc. cit.*) que dans l'Afrique mineure, gondi et bouton d'Orient ont une même distribution géographique. — En attendant, et à titre provisoire, nous proposons de désigner ce nouveau protozoaire sous le nom de *Leishmania gondii*.

RADIOGRAPHIE. — *Sur le rôle prépondérant de la Géométrie dans les examens topographiques*. Note de M. **Contremoulins**, présentée par M. Edmond Perrier.

Si la Radiographie est devenue un moyen d'étude des plus précieux en Anatomie, parce qu'elle traduit la forme, la contexture même des milieux traversés en fonction de leur opacité aux rayons X et de la nature de ces derniers, elle ne peut les définir avec exactitude que si la recherche est effectuée suivant des règles précises.

L'image obtenue est en effet le résultat de la superposition des images élémentaires que donnerait chacun des plans de l'organisme ou de la pièce étudiée, si l'on avait fait au préalable des coupes de ces objets et qu'on les ait radiographiés isolément dans la position qu'ils occupent par rapport à l'ensemble.

Si ces coupes ont été effectuées parallèlement au plan de projection, chacune des images obtenues sera semblable à l'objet, c'est-à-dire que les rapports des différents points constituant la figure projetée seront les mêmes dans la projection et dans la coupe.

S'il s'agissait simplement de projeter *une* coupe (faite suivant un plan), il suffirait donc de choisir le plan de projection parallèle à celui de la coupe

pour qu'il soit possible d'*interpréter* le résultat : on pourrait en effet réaliser l'épure dans l'espace correspondant à la projection obtenue si l'on connaissait l'incidence normale, la distance du foyer radiogène à la plaque réceptrice et au plan de la coupe. Mais cette technique devient insuffisante lorsqu'on se trouve en présence d'une série considérable de plans superposés, et c'est ainsi que le problème se présente pour la radiographie de l'organisme. Il faut en outre tenir compte du phénomène du flou croissant. Le foyer du tube de Crookes étant constitué par une petite surface et non par un point idéal, les projections obtenues sont de plus en plus floues au fur et à mesure que les parties projetées s'éloignent du plan récepteur. Cette propriété est d'ailleurs précieuse, car elle permet, à la lecture des épreuves, de connaître l'ordre de succession des plans et de déduire approximativement la situation d'un corps étranger, par exemple, en fonction de certaines parties de l'organisme radiographié.

La technique radiographique doit donc tenir compte des considérations qui précèdent et être établie conformément aux lois qui régissent les projections coniques afin qu'on puisse étudier les résultats avec toute la précision désirable.

Pour connaître, au moment de l'interprétation, les positions qu'occupent dans l'espace les éléments de la projection, il est en général nécessaire et suffisant d'effectuer deux radiographies de l'objet dans des conditions d'expériences définies : soit, par exemple, deux radiographies suivant deux plans de projection formant entre eux un angle de 90°, toutes les fois que cela est possible (membres et tête); soit deux radiographies obliques dans les autres cas [1]. On peut alors réaliser l'épure dans l'espace si l'on connaît la distance du foyer radiogène à la plaque et l'incidence normale [2].

La conséquence naturelle de ce qui précède c'est la nécessité, en pratique, d'effectuer toutes les radiographies, en adoptant une distance constante du foyer radiogène à la plaque sensible, et d'inscrire automatiquement l'incidence normale au cours de l'examen (par une étoile métallique fixée sur le châssis porte-plaque). L'observation constante de ces règles, qui montrent que la radiographie topographique est sous la dépendance des lois géométriques, est indispensable pour éviter les erreurs d'interprétation.

Mais, en outre, il faut en pratique s'efforcer de rendre les images des mêmes cas

---

(1) *Comptes rendus*, 22 novembre 1897; 22 avril 1901.

(2) Intersection du rayon normal à la plaque avec celle-ci.

comparables entre elles, et pour cela il est nécessaire : 1° lorsqu'on a fait un choix judicieux du repère anatomique correspondant à une région, de le conserver pour toute recherche du même genre, ainsi que je l'ai préconisé depuis 1898 ([1]); 2° de déterminer l'attitude du sujet avec le plus grand soin ([2]).

Pour le choix de cette attitude, il faut tenir compte non seulement de la position qui permet d'obtenir la région examinée avec le plus de détails, mais encore de la plus ou moins grande facilité avec laquelle on peut à coup sûr faire occuper cette attitude à tout sujet, et adopter de préférence celle que tout malade peut conserver pendant l'examen avec le minimum de fatigue et le maximum de stabilité. En général, on place les sujets de telle sorte que les images obtenues rappellent, toutes les fois que cela est possible, la symétrie de l'organisme; cette précaution permet fréquemment d'étudier le côté malade par comparaison directe avec le côté sain; exemple, le thorax et le bassin pour lesquels l'attitude adoptée est le décubitus dorsal ou ventral. L'examen des membres et de la tête comporte deux radiographies : l'une antéro-postérieure ou inversement; l'autre latérale, qui est pour les membres interne-externe ou inversement et pour la tête, droite ou gauche. Il serait donc logique de mentionner sur les épreuves l'attitude suivant laquelle le sujet a été examiné ([3]).

Les principes généraux que nous venons d'énoncer ne sont jamais un obstacle à l'adoption d'une technique spéciale correspondant à une recherche particulière, mais celle-ci ne devrait être appliquée qu'après un examen fait au préalable conformément aux règles précitées.

Je crois être autorisé à conclure par cet exposé que, l'absence de définition en ce qui concerne les conditions opératoires pouvant causer les plus graves erreurs dans l'interprétation des résultats, il y a lieu de se conformer toujours aux règles suivantes pour l'exécution des radiographies :

1° *La distance du foyer radiogène à la plaque sensible doit être constante pour tous les examens.*

L'expérience m'a conduit à adopter 75^{cm}, distance à laquelle le sujet ne court aucun risque d'érythème ni autre, ainsi que plus de vingt-six mille examens effectués à Necker me l'ont démontré.

2° *L'incidence normale doit être inscrite automatiquement, au cours de l'examen, sur la plaque.*

([1]) Projet soumis à MM. les chefs de service des hôpitaux de Paris et publié ensuite dans *La Radiographie dans les hôpitaux*, Gautherin, imprimeur, 1899.

([2]) *Annales d'Électrobiologie et de Radiologie*, n° 2, 1905, et 30 avril 1906. — *Revue scientifique*, 23 et 30 décembre 1905 et 13 janvier 1906.

([3]) *Annales d'Électrobiologie et de Radiologie*, 30 avril 1906.

3° *L'attitude suivant laquelle le sujet a été radiographié doit être mentionnée sur l'épreuve.*

4° *Toutes les fois que cela est possible deux radiographies, suivant deux plans de projections formant entre eux un angle de 90°, doivent être exécutées* (membres et tête).

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 octobre 1908.

Institut de France. Académie des Sciences. *Observatoire d'Abbadia. Observations.* Tome VII : *Observations faites au cercle méridien en* 1907; par MM. Verschaffel, Lahourcade, Sorreguieta, Beigbeder, Dupouy, publiées par M. l'Abbé Verschaffel, directeur de l'Observatoire. Hendaye, imprimerie de l'Observatoire d'Abbadia, 1908; 1 vol. in-4°.

Œuvres de Pierre Curie, publiées par les soins de la Société française de Physique. Paris, Gauthier-Villars, 1908; 1 vol. in-8°. (Présenté en hommage par M. Deslandres.)

Liste des travaux de Paul Tannery, précédée de Notices nécrologiques, par Jules Tannery et Pierre Duhem. (Extr. des *Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux,* t. IV, 6e série.) Bordeaux, G. Gounouilhou, 1908; 1 vol. in-8°. (Hommage des auteurs.)

L'unité de la matière et la détermination des poids atomiques, par Georges Lemoine, Membre de l'Institut de France. (Extr. de la *Revue des Questions scientifiques,* juillet 1908.) Bruxelles, Joseph Polleunis; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Traité d'Hygiène pratique, méthodes de recherches, par Fr. Schoofs; avec 216 fig. intercalées dans le texte. Paris, J.-B. Baillière, 1908; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. A. Gautier.)

Espèces et variétés, leur naissance par mutation, par Hugo de Vries; traduit de l'anglais par L. Blaringhem. Paris, Félix Alcan, 1908; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Gaston Bonnier.)

Études critiques et expérimentales sur la mécanique respiratoire comparée des Reptiles. I : *Chéloniens* (Tortue grecque), par CH.-A. FRANÇOIS-FRANCK. (*Archives de Zoologie expérimentale et générale,* 4e série, t. IX, p. 31-187.) Paris, A. Schluz, 1908; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Dastre.)

Commission permanente internationale d'Aéronautique. Procès-verbaux et Comptes rendus des travaux de la Session extraordinaire tenue à Bruxelles du 12 au 15 septembre 1907. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1908; 1 vol. in-8°. (Présenté par le Prince Roland Bonaparte.)

Mémoire sur le problème d'Analyse relatif à l'équilibre des plaques encastrées, par JACQUES HADAMARD. (Extr. des *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences de l'Institut de France;* t. XXXIII, n° 4.) Paris, Imprimerie nationale, 1908; 1 fasc. in-4°.

Essais sur les axiomes des Mathématiques, par C. SAUTREAUX. Grenoble, A. Gratier et J. Rey, 1909; 1 fasc. in-8°.

Observatoire d'Alger. *Catalogue photographique du ciel. Coordonnées rectilignes.* Tome VI : Zone — 2° à 0°; 2e fascicule : *de* $4^h 36^m$ *à* $23^h 56^m$. Paris, Gauthier-Villars, 1908; 1 vol. in-8°.

Codex medicamentarius gallicus. Pharmacopée française, rédigée par ordre du Gouvernement. Paris, Masson et Cie, 1908; 1 vol. in-8°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. GASTON BONNIER, Membre de l'Institut; t. XX, livraison du 15 octobre 1908, n° 238. Paris, Librairie générale de l'Enseignement; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Société académique de Nantes et de la Loire-Inférieure, t. IX de la 8e série, 1er semestre 1908. Nantes, C. Mellinet; 1 vol. in-8°.

Publications de l'Observatoire privé Lucien Libert; nouvelle série, n° I. *L'éclipse partielle de Soleil du 28 juin* 1908. Le Havre, H. Micaux; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 2 mars 1908.)

Note de M. *Carl Störmer,* Cas de réduction des équations différentielles de la trajectoire d'un corpuscule électrisé dans un champ magnétique :

Page 463, lignes 2 et 3, *au lieu de* On voit un cas d'intégrabilité des équations (I), *si les* $m_{i,k}$ *sont tous indépendants de* q_1..., *lisez* On voit un cas d'intégrabilité des équations (I), *si les* $m_{i,k}$, R_2 *et* R_3 *sont tous indépendants de* q_1 ....

ACADÉMIE DES SCIENCES

SÉANCE DU LUNDI 2 NOVEMBRE 1908.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse ampliation du décret portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. *Ph. van Tieghem* pour occuper le poste de Secrétaire perpétuel pour les Sciences physiques, vacant par suite du décès de M. *Henri Becquerel*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Ph. van Tieghem** prend place au Bureau de l'Académie.

M. le **Président**, s'adressant à M. *Ph. van Tieghem*, s'exprime en ces termes :

Monsieur le Secrétaire perpétuel et cher Confrère,

Nous regrettons tous que M. le Président Bouchard, retenu par une légère indisposition, ne puisse lui-même vous installer dans vos nouvelles fonctions. Je suis certain que vous garderez un excellent souvenir de votre candidature au poste d'honneur où vient de vous élever la confiance de l'Académie. Dès que votre nom fut prononcé pour la succession de Henri Becquerel, un accord unanime s'établit immédiatement. Notre Compagnie ne pouvait faire un meilleur choix que celui de son vénéré doyen. Elle appréciait en vous le botaniste illustre à qui la Biologie végétale doit des découvertes

considérables, et elle était heureuse de rendre hommage à une vie consacrée tout entière à la science et à l'enseignement, loin d'agitations trop souvent stériles.

Permettez-moi de me souvenir que, il y a plus de trente ans, j'écoutais vos leçons à l'École Normale, émerveillé des horizons que vous ouvriez à vos auditeurs sur le monde vivant. Les années ont passé, mais vous avez toujours la même foi scientifique et la même ardeur au travail. Enfin, mon cher maître, votre haute personnalité morale nous est un sûr garant que, comme votre collègue M. Darboux dont je m'enorgueillis également d'avoir été l'élève, vous saurez remplir dans toute leur plénitude les délicates fonctions d'arbitre qui incombent souvent au Secrétaire perpétuel de l'Académie; aussi est-ce de tout cœur que je vous souhaite la bienvenue.

M. Ph. van Tieghem répond :

Monsieur le Président,
Mes chers Confrères,

En prenant aujourd'hui possession du siège éminent où vos suffrages unanimes m'ont appelé, j'ai tout d'abord le très agréable devoir de vous adresser à tous mes remercîments. Vous prier de faire bon accueil à la candidature de votre doyen, c'était déjà vous demander beaucoup; vous avez voulu pourtant me donner davantage. C'est qu'il y a aussi la manière. Pour me dire votre adhésion et me promettre votre suffrage, tous, vous avez trouvé des expressions, diverses assurément suivant les caractères et les tempéraments, mais toujours pleines, pour ma longue vie de travail d'une estime que sans doute elle ne mérite pas, et pour ma très modeste personne d'une affectueuse et chaude sympathie que je m'efforcerai de justifier. Venues du cœur, ces paroles m'ont été au cœur. Par elles, d'une période de candidature toujours quelque peu ingrate, vous avez su faire les journées les plus douces et les plus réconfortantes de ma vie scientifique; c'était vraiment à souhaiter d'être candidat perpétuel. Aussi est-ce de cela, surtout, que je vous remercie.

Depuis le départ, déjà si brusque, il y a seulement dix-huit mois, de notre illustre Berthelot, ce poste, qu'il a occupé 19 ans et dont il a grandement rehaussé l'éclat, a été frappé deux fois, et coup sur coup, par la mort. Ce fut d'abord Albert de Lapparent, disparu après moins d'une année d'exercice, sans avoir pu donner toute sa mesure, puis Henri Becquerel,

enlevé subitement après quelques semaines, sans avoir pu même, pour ainsi dire, entrer en fonctions. Cette double perte a été profondément ressentie par l'Académie, où elle a fait, où elle laisse et où elle laissera un vide irréparable.

Ne possédant, en effet, ni le rare talent d'exposition et de vulgarisation du premier, ni le génial esprit de recherche et de découverte du second, je ne saurais vous promettre de vous rendre tout ce qu'en eux vous avez perdu. Mais tout aussi bien qu'eux, peut-être, puisqu'il ne s'agit ici que d'ardeur au travail et de bonne volonté, je puis m'engager, comme je m'engage, à mettre au service de l'Académie, dans mes nouvelles fonctions, tout ce que je puis avoir d'activité et de dévouement.

Dans les efforts que j'aurai à faire pour les bien remplir, y étant si peu préparé, je serai puissamment aidé par mon excellent confrère M. Darboux, un ami de plus de quarante ans, qui ne me refusera pas, j'en suis sûr, les conseils dont j'aurai tant besoin et que son expérience des choses de l'Académie rend si précieux. Au cours des pénibles épreuves que le Bureau vient de traverser, sa belle intelligence et sa féconde activité ont suffi à toutes les tâches et fait face à toutes les responsabilités. Sans doute, cette charge si lourde est légère à ses robustes épaules, mais tout de même ne sera-t-il pas fâché, peut-être, si je lui en réclame ma juste part. Ensemble nous serons, comme il convient ici, le trait d'union, le ciment nécessaire entre les membres hétérogènes d'une Compagnie aussi différenciée que la nôtre et qui doit à cette grande diversité même la puissance de rayonnement qu'elle exerce dans toutes les directions de la Science, aussi bien à l'étranger que dans notre patrie.

M. **Darboux** prend ensuite la parole :

Monsieur le Président,

Vous rappeliez tout à l'heure que vous aviez eu la bonne fortune d'être, à l'École Normale, un des élèves de M. Ph. van Tieghem : j'ai eu aussi l'honneur et le plaisir de suivre ses belles leçons, il y a aujourd'hui de cela 47 ans. Entraîné par mes goûts pour la Géométrie, je n'ai pas dû à cette époque lui donner grande satisfaction. J'espère qu'il sera plus content des relations nouvelles et encore plus étroites que nous inaugurons aujourd'hui. Pendant la période trop longue où tout le poids du Secrétariat retombait

sur une seule tête, j'ai senti trop souvent combien, pour la bonne administration de l'Académie, il pouvait être utile d'avoir un collaborateur, un guide et un conseil. Pouvais-je en souhaiter un meilleur, un plus sûr, un plus aimable que celui qui vient d'être choisi par l'Académie?

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Recherches spectrales sur la comète Morehouse c 1908*. Note de MM. **H. Deslandres** et **A. Bernard**.

L'un de nous a présenté l'année dernière un programme général pour l'étude physique complète des comètes; mais l'exécution de ce programme est à peine commencée dans notre Observatoire, et la venue de la comète Morehouse nous a surpris en pleine réorganisation.

Pour cette raison, les observations de la comète ne sont pas aussi étendues qu'il eût été désirable.

L'année dernière, nous avons étudié le spectre de la comète Daniel *d* 1907 avec la chambre prismatique à court foyer, qui convient si bien pour les astres à faible éclat et à diamètre apparent sensible, tels que les nébuleuses et les comètes.

Cette année nous avons employé un appareil analogue, mais plus puissant et plus transparent pour les radiations ultra-violettes. A la chambre de l'année dernière, qui avait un petit objectif de 5^{cm} d'ouverture et $0^m,18$ de distance focale avec un prisme de 60°, nous avons substitué une chambre prismatique plus grande, qui offre un objectif de $0^m,10$ d'ouverture et de $0^m,31$ de distance focale, en verre dit *ultra violet*, et qui dispose de deux prismes, de 22° (verre ultra-violet) et 61° (flint ordinaire).

La chambre prismatique a été fixée à un équatorial qui est muni d'une lunette pointeur de 6 pouces et qui porte en plus deux chambres photographiques ordinaires de $0^m,65$ (rapport d'ouverture $\frac{1}{8}$) et $0^m,17$ de distance focale (rapport d'ouverture $\frac{1}{3}$). On a ainsi simultanément deux images ordinaires de la comète et une image de son spectre [1].

Les observations ont été commencées le 14 octobre, c'est-à-dire dix jours environ après celles de La Baume-Pluvinel, poursuivies avec un appareil

---

[1] L'image de la chambre longue de $0^m,65$ est très bonne; sur l'épreuve du 30 octobre, on aperçoit nettement un jet enroulé en hélice.

similaire. Or, elles confirment en partie seulement les faits annoncés par de La Baume-Pluvinel dans la Note fort intéressante qu'il a publiée dans les *Comptes rendus* du 19 octobre ; sur plusieurs points nos résultats sont différents.

Les spectres cométaires de Meudon avec le prisme de 22° et aussi avec le prisme de 61° montrent nettement le caractère suivant déjà signalé : le rayonnement du bleu à l'ultra-violet, qui agit fortement sur les plaques photographiques ordinaires, a, dans cette comète, une intensité anormale par rapport au rayonnement du rouge au vert, qui est le plus actif sur la rétine, en particulier lorsqu'on prend pour la comparaison la comète Daniel de l'année dernière.

La comète Morehouse, qui, en octobre, était tout juste visible à l'œil nu, a été assimilée, pour la quantité de lumière émise, à une étoile de 6e grandeur; mais sa grandeur photographique était certainement plus élevée.

Le rayonnement est formé en grande partie par des radiations d'origine gazeuse; mais nous n'avons pu constater aucune trace certaine des bandes des hydrocarbures, émises en général fortement par les comètes, surtout dans le vert. Les radiations gazeuses sont surtout intenses dans la partie du bleu à l'ultra-violet, et même, contrairement à ce qui se passe en général, elles apparaissent fortes non seulement dans le noyau, mais à une grande distance de la tête, dans la queue, qui sur certaines épreuves offre un spectre discernable jusqu'à plus de 8°.

D'autre part, le spectre continu, dont de La Baume n'a vu aucune trace, apparaît sur toutes nos épreuves, c'est-à-dire depuis le 14 octobre; il est visible dans la tête, et dans la queue jusqu'à une grande distance; mais il a une intensité relativement bien moindre que dans la comète Daniel.

Les longueurs d'onde des radiations gazeuses ont été déterminées par comparaison avec les raies stellaires de l'hydrogène, fournies par une étoile blanche (Véga le plus souvent) dont le spectre est juxtaposé à celui de la comète. La précision de la mesure est faible, ainsi que dans tous les cas analogues avec la chambre prismatique. Pendant la pose, le noyau de la comète, qui n'est pas très net avec l'objectif de la lunette pointeur, non achromatisé pour le bleu, était maintenu aussi bien que possible sur une croisée de fils, relativement assez gros; et à la fin l'étoile de comparaison était placée sur cette même croisée de fils et déplacée dans le sens du mouvement diurne. Dans ces conditions, la précision est évidemment inférieure à celle des spectrographes ordinaires à fente; mais les mesures faites

sur les épreuves obtenues avec le petit prisme et le grand prisme ont été concordantes; elles sont résumées dans le Tableau suivant, qui donne les longueurs d'onde des principales condensations du noyau [1]:

Intensité.	Longueurs d'onde.	Observations.
3........	471,3	Milieu 470,0, jusqu'à 2° dans la queue.
3........	468,8	
1........	466	
5........	457,2	Milieu 456,1, s'étendant dans la queue au moins jusqu'à 8°.
5........	455	
1........	452,4	
8........	427,9	Milieu 426,7, s'étendant dans la queue au moins jusqu'à 8°.
7........	425,6	
0,5......	423,2?	
6........	402,3	Milieu 401,3, s'étendant dans la queue au moins jusqu'à 8°.
5........	400,3	
5........	391,4	Très voisine d'une bande forte de l'aurore boréale, émise par l'azote aux basses pressions. S'étend dans la queue jusqu'à 8°.
4........	388,1	Très voisine de la bande la plus forte du cyanogène. S'étend jusqu'à 2° dans la queue.
2........	386,9	Voisine aussi d'une bande du cyanogène.
1........	380	Milieu 379,2, jusqu'à 4° dans la queue.
2........	378,4	
1........	368	Jusqu'à 1° dans la queue.
1........	356	Jusqu'à 2° dans la queue.
0,5......	333?	

Le Tableau ne montre pas le spectre de bandes complet du cyanogène, annoncé par de La Baume-Pluvinel, mais simplement les deux premières têtes du groupe ultra-violet du cyanogène, ordinairement très intense dans les comètes, qui commence à λ 388. Par contre, on relève trois doublets de raies ou bandes, qui dans la queue sont les plus intenses et s'étendent le plus loin. Les longueurs d'onde des milieux de ces doublets sont respecti-

(1) Les intensités, comptées de 10 à 1 (l'intensité 10 étant la plus forte), ont été relevées sur une épreuve faite avec le grand prisme; de plus, les longueurs d'onde des raies plus réfrangibles que λ 378 ont été déterminées seulement sur les épreuves avec le petit prisme, plus transparent, et, comme elles ont été obtenues par extrapolation, elles ont une valeur bien moindre que les autres. Les rapports des intensités sont à peu près les mêmes dans la queue.

vement 456,1, 426,7, 401,3, et sont très voisines des longueurs d'onde moyennes 456, 426, 402 de trois radiations cométaires nouvelles, que nous avons signalées les premiers l'année dernière dans la comète Daniel, et qui ont été aussi reconnues par Chrétien, à Nice et par Evershed à Kodaïkanal (1). De plus, Chrétien, qui opérait avec un appareil plus puissant, les a obtenues doubles; or, comme on le voit dans le Tableau ci-dessus, les radiations correspondantes dans la comète de cette année sont aussi doubles avec le grand prisme. Il est donc extrêmement probable que ces radiations nouvelles, d'origine encore inconnue, développées surtout dans la queue, et qui ont été le caractère principal de la comète Daniel, se retrouvent aussi dans la comète Morehouse, et même beaucoup plus intenses et avec une extension encore plus grande.

En outre, les intervalles des trois doublets, mesurés par Chrétien dans la comète Daniel, sont égaux respectivement en longueurs d'onde à 3,9, 1,7 et 0,9; alors que dans la comète Morehouse, d'après le Tableau ci-contre, ils sont égaux à 2,2, 2,3 et 2,0. Les intervalles seraient variables si, comme il est probable, on ne peut expliquer les différences par les erreurs qu'entraîne la chambre prismatique, et l'on est conduit à supposer des radiations simples qui subissent soit un effet Zeeman, soit un effet Doppler, soit un phénomène nouveau, spécial aux comètes (2). Il est regrettable qu'on n'ait pas encore appliqué à ces comètes et à leurs queues les spectrographes à fente qui exigent des poses plus longues, mais assurent des mesures plus précises.

Ces premiers résultats font ressortir la nécessité de poursuivre la recherche commencée sur la comète actuelle et aussi l'organisation de l'étude physique complète des comètes.

---

(1) Voir Deslandres et Bernard, *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 445; Chrétien, *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 549, et Evershed, *Monthly Notices*, Vol. LXVIII, p. 16.

(2) A notre avis, toutes les radiations ne sont pas doubles comme l'a annoncé de La Baume-Pluvinel; ainsi, la radiation λ 391,4 serait simple, et, comme elle est assimilée à une bande, elle ne subirait pas l'effet Zeeman. D'autre part, l'effet Doppler, également supposé, serait analogue à celui constaté par Stark avec les rayons-canaux de Goldstein traversant le gaz hydrogène.

Les intervalles des doublets peuvent ne pas être les mêmes dans la tête et dans la queue; mais ces différences ne seront bien décelées que par les spectrographes à fente.

MINÉRALOGIE. — *Les ponces du massif volcanique du Mont-Dore.* Note de M. A. **Lacroix.**

L'extrême complexité pétrographique du volcan du Mont-Dore a été établie par l'étude de ses nombreuses coulées et de ses filons, sur la nature desquels les travaux de M. Michel Lévy ont jeté une vive lumière. Par contre, les matériaux de projection, dont l'accumulation constitue l'ossature du massif, ont été peu étudiés. M. Michel Lévy les a seulement divisés en deux séries géologiques, basées plutôt sur la considération des roches en coulées, qui s'y trouvent intercalées, que sur leur composition intrinsèque. L'une de ces séries, appelée *cinérite supérieure*, est prédominante, alors que l'autre (*cinérite rhyolitique*) est localisée à la base du système et connue jusqu'ici seulement aux alentours immédiats de la Bourboule.

Je poursuis l'étude détaillée de ces formations en vue d'une monographie du Mont-Dore, entreprise en commun avec mon maître et ami. Je me suis proposé le double but de chercher à définir pétrographiquement les produits qui les constituent et d'élucider leur mode de formation, en m'appuyant sur les données recueillies au cours de quelques éruptions récentes.

Le problème est beaucoup plus complexe qu'il ne le paraît au premier abord; en effet, les dépôts résultant de l'accumulation des matériaux rejetés par les explosions ont rarement conservé leur structure originelle. La plus grande partie d'entre eux a été remaniée par des phénomènes torrentiels ou dégradée par des phénomènes de ruissellement. Les premiers ont produit des laves boueuses, dont la consolidation a fourni des tufs ou des conglomérats, à structure chaotique, qui se trouvent à tous les niveaux; les cinérites à blocs en sont un facies extrêmement fréquent; au milieu d'elles, sont intercalés des lits stratifiés, produits par des phénomènes aqueux, moins violents.

Les cinérites à blocs sont peu instructives pour la solution du problème minéralogique posé, car elles résultent du mélange des roches les plus diverses; elles ne peuvent donc guère servir qu'à dater l'âge minimum de chacune d'entre elles. Les lits stratifiés sont plus démonstratifs; ils sont en effet assez homogènes au point de vue pétrographique pour qu'on puisse supposer qu'ils représentent souvent les matériaux d'une même éruption.

Malheureusement, leurs éléments sont très altérés dans la plupart des vallées de la partie centrale du massif.

Je me suis donc rabattu sur la périphérie de celui-ci, en me limitant cette année à ses portions nord et est. J'ai pu y étudier une série d'affleurements de couches ponceuses, qui font plus particulièrement l'objet de cette Note. Quelques-unes d'entre elles ne sont certainement pas remaniées, alors que d'autres ne présentent qu'un faible mélange avec des matériaux antérieurs. Toutes sont essentiellement constituées par des ponces blanches, légères, au premier abord assez analogues, mais en réalité très différentes suivant les gisements, puisque les unes sont de nature *rhyolitique* et les autres *trachytique*. Ces ponces sont relativement fraîches et non agglomérées; leurs dépôts paraissent souvent dater d'hier.

Ponces rhyolitiques. — Ces ponces sont constituées par des fibres rectilignes, parallèles, pouvant atteindre 5^{cm} de longueur; elles se dissocient aisément, sous la pression du doigt, en petites aiguilles acérées. Elles possèdent un éclat soyeux très vif, qui leur donne l'apparence du gypse fibreux. Exceptionnellement (Sauvagnat), elles ont un aspect froissé et rappellent certaines ponces de Lipari. L'examen microscropique montre qu'elles sont formées presque exclusivement par du verre incolore, étiré. On n'y trouve qu'exceptionnellement quelques phénocristaux d'anorthose cerclés d'orthose. Ces ponces forment des fragments, dépassant rarement la grosseur du poing et ayant généralement des dimensions beaucoup moindres; ils sont distribués dans une poussière fine de même nature, renfermant, en outre, des débris de sable granitique et de *rhyolite*. Enfin, il existe des fragments anguleux de quelques roches volcaniques; celles qui prédominent sont des rhyolites vitreuses ou sphérolitiques et des trachytes quartzifères, holocristallins, d'un type dont je ne connais en place que deux filons, l'un à la Bourboule et l'autre à Voissière. Il faut signaler aussi des fragments de basalte et de granite.

Les analyses suivantes, dues à M. Pisani, montrent l'identité de composition chimique de ces ponces et des rhyolites qui les accompagnent; elles sont semblables aussi aux rhyolites en place à Lusclade. Il n'y a donc aucun doute que ces ponces ne soient les produits de projection correspondant aux rhyolites massives (*a*, ponce de Ludières; *b*, ponce de Sailles; *c*, rhyolite en galets à Perrier).

	SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	TiO^2.	H^2O.	
a.....	73,90	10,95	0,08	1,06	1,08	1,58	4,08	4,60	»	3,35	= 100,68
b.....	73,90	11,93	0,15	0,87	0,13	0,34	4,10	4,62	tr.	4,00	= 100,04
c.....	75,50	13,50	0,95	»	0,39	0,99	4,35	4,15	tr.	0,37	= 100,20

Ponces trachytiques. — Tout autres sont les ponces trachytiques. Elles ne sont pas régulièrement fibreuses, mais seulement bulleuses. Leur vitrosité est souvent moindre; on y trouve, en effet, non seulement des phénocristaux d'orthose et d'anor-

those, avec un peu de biotite et d'augite, mais souvent aussi de longs microlites d'orthose ayant une tendance à se grouper en rosettes. Les fragments non ponceux, qui les accompagnent, sont constitués par des trachytes à grands cristaux de sanidine, des trachytes à pyroxène, et enfin des trachytes phonolitiques à haüyne, avec aussi quelques débris de basalte.

L'analyse suivante montre que ces ponces, beaucoup moins acides que les précédentes, sont à rapporter à des trachytes, remarquablement hololeucocrates :

SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	TiO^2.	H^2O.
60,50	18,20	1,20	1,08	0,26	0,68	5,10	5,23	0,39	7,00 = 99,64

Ces observations conduisent à une série de conclusions importantes :

1° Elles viennent en premier lieu légitimer, sur une base minéralogique et chimique, une conclusion formulée jadis par M. Michel Lévy, à l'aide d'arguments d'un autre ordre : il existe bien une cinérite inférieure. Mais, bien loin d'être localisée au voisinage de la Bourboule, celle-ci a une très grande extension.

Les ponces rhyolitiques sont en effet d'âge fort ancien ; le conglomérat de Perrier repose sur des graviers fluviatiles du Pliocène moyen ; ceux-ci sont d'abord uniquement constitués par des galets ou du sable quartzeux et granitique ; les premiers débris volcaniques qui y apparaissent sont non seulement constitués par des galets de basalte, depuis longtemps constatés, mais encore par de plus nombreux galets roulés et polis de rhyolite. C'est plus haut seulement qu'apparaissent les ponces rhyolitiques qui, dans le conglomérat proprement dit, sont mélangées à des débris des autres roches du Mont-Dore (trachytes, andésites, basaltes).

Sur le versant oriental du volcan, il s'est donc produit dès le début des phénomènes éruptifs, des épanchements [1] et des projections rhyolitiques, ce qui est en harmonie avec les observations faites près de la Bourboule. Les couches de ponce peuvent être constatées par points sur les flancs de tous les plateaux aujourd'hui découpés par l'érosion, que recouvre le conglomérat, dit *de Perrier*, désigné sur la feuille de Clermont par la notation p^1g (en particulier aux environs de Mareuges, Ludières, Boissières, Sailles, Farges, Sauvagnat, Bessolles, etc.). Des fouilles faites sur les plateaux eux-mêmes à travers ces conglomérats ont mis souvent en évidence ces ponces rhyolitiques (près les Arñats, village de Saint-Dierry-le-

---

[1] L'abondance des galets de rhyolite dans les graviers de Perrier est telle qu'il faut admettre ces épanchements, bien que je n'aie pu encore les trouver en place, soit parce qu'ils ont été érodés, soit parce qu'ils sont cachés sous des roches plus récentes.

Haut, etc.), de telle sorte qu'on est conduit à penser qu'elles ont dû former à la surface du granite, substratum du volcan, un revêtement continu sur toutes les pentes orientales du massif, entre le parallèle de Saulzet-le-Froid et de Saint-Dierry. On s'explique dès lors la cause de l'abondance des ponces fibreuses dans les conglomérats de cette région, qui peuvent être suivis jusqu'à la vallée de l'Allier. Dans tous les affleurements cités plus haut, j'ai pu étudier le mode de destruction de ces couches ponceuses qui, sous l'influence d'érosions progressives, ont fourni d'abord un tuf constitué surtout par leurs débris, puis le conglomérat à blocs lui-même, quand toutes les roches des parties hautes du massif ont été entraînées à leur tour (¹).

Au point de vue purement minéralogique, l'existence dans les fragments et dans les débris microscopiques de rhyolites, accompagnant les ponces, des nombreuses variétés de sphérolites décrites par M. Michel Lévy dans les rhyolites en coulées de Lusclade, démontre que ces sphérolites n'ont pas une origine secondaire.

2° Je n'ai encore rencontré les ponces trachytiques que sur le plateau de Saint-Dierry (à Lachaux); le dépôt épais qu'elles forment me paraît un peu remanié; il est recouvert par une coulée de basalte (β^1).

Il est important de constater qu'à l'inverse de ce qui se passe pour les rhyolites, ces ponces n'ont strictement la composition d'aucune des roches massives qui les accompagnent, pas plus que celle du type moyen des trachytes à grands cristaux (²) de sanidine, dont les coulées sont caractéristiques de la cinérite supérieure. Elles appartiennent à un type pétrographique distinct, remarquable par sa pauvreté en chaux; mais elles se rapprochent beaucoup de certains trachytes connus en filons dans la haute vallée de Chaudefour et à l'est du Puy Gros (trachyte domitique). Elles

(¹) Je signalerai en passant qu'à la partie supérieure du conglomérat de Perrier, riche en ponces rhyolitiques, se trouve, à Veyre-Monton, une couche stratifiée, qui est exclusivement constituée par des ponces trachytiques.

(²) Je puis préciser la nature des produits de projection des éruptions ayant fourni les épaisses coulées de ces trachytes à grands cristaux. Ils sont constitués par des cendres vulcaniennes, peu (les Égravats) ou pas (Riveau-Grand) ponceuses, toujours riches en produits cristallisés, et ayant la même composition que la roche des coulées. A Riveau-Grand, il existe une couche de ce genre, chaotique, incohérente, renfermant de gros blocs anguleux au milieu d'éléments menus; sa structure rappelle celle des brèches d'avalanches sèches du Vésuve. Les bombes craquelées y abondent; quelques-unes d'entre elles sont minuscules, elles n'ont pas plus de 1^{cm} de diamètre.

ne leur sont cependant pas identiques, car ces derniers sont plus siliceux et plus calciques. Peut-être l'étude détaillée, que nous poursuivons, permettra-t-elle de trouver au Mont-Dore des coulées de roches aussi leucocrates; mais il est fort possible aussi que, comme les ponces de l'éruption de 79 au Vésuve (les ponces de Pompéi), celles qui nous occupent correspondent à un stade exclusivement explosif de l'histoire du volcan.

Il me reste à démontrer l'identité de ces ponces et de celles qui se trouvent dans la cinérite supérieure du centre du massif. Les quelques essais faits sur des échantillons, malheureusement trop altérés pour permettre une conclusion définitive, ne laissent guère de doute sur la vraisemblance de cette identité.

ÉLECTIONS.

M. le **Ministre de la Guerre** invite l'Académie à désigner deux de ses Membres qui devront faire partie cette année du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique.

MM. **Maurice Levy** et **Bouquet de la Grye** réunissent l'unanimité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance.

1° *Due insigni autografi di* Galileo Galilei *e di* Evangelista Torricelli. (Hommage de la Bibliothèque nationale de Florence au second Congrès de la Société italienne pour l'Avancement des Sciences.)

2° *La Flore bryologique des terres magellaniques, de la Géorgie du Sud et de l'Antarctide*, par Jules Cardot. (Présenté par M. Bornet.)

3° *Chimie agricole : I. Chimie végétale*, par Gustave André. (Présenté par M. Muntz.)

4° *Manuel d'analyse des urines et de séméiologie urinaire*, par MM. P. Yvon et Ch. Michel. (Présenté par M. Roux.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la valeur de l'invariant ρ pour une classe de surfaces algébriques.* Note de M. L. **Remy**, présentée par M. Émile Picard.

Cette Note a pour objet la détermination de l'invariant relatif ρ de M. Picard [1] pour les surfaces S dont les points admettent une correspondance univoque, sans point fondamental ni courbe exceptionnelle, avec les couples de points (x, y), (x', y') d'une courbe algébrique C, d'équation

$$f(x, y) = 0.$$

Considérons sur la surface S les deux courbes particulières J et L_0 qui correspondent, la première aux couples de C formés de deux points confondus, et la seconde aux couples formés d'un point variable et d'un point fixe (x_0, y_0), et montrons d'abord qu'il ne saurait exister d'intégrale de différentielle totale de la forme

$$\int R(x, y; x', y')\,dx + S(x, y; x', y')\,dx',$$

ayant seulement J et L_0 pour courbes logarithmiques.

Les périodes de l'intégrale $\int R\,dx$ ne doivent pas dépendre du paramètre x'; en particulier, le résidu relatif au point logarithmique ($x = x'$, $y = y'$) est une constante qu'on peut supposer égale à $+1$. Ceci posé, envisageons la surface de Riemann qui correspond à l'équation algébrique $f(x, y) = 0$, supposé de genre p (non nul) : on sait qu'on peut faire en sorte que les deux premiers feuillets de cette surface soient réunis par $(p+1)$ lignes de croisement aa', bb', ... Traçons sur le premier feuillet un cycle γ enveloppant les deux points de ramification a et a', et donnons au point (x', y') une position voisine du point a, mais extérieure au cycle γ. Si l'on fait tourner le point (x', y') autour du point b sans rencontrer le cycle γ, le paramètre y' prend une autre détermination y'', sans que d'ailleurs le cycle γ soit altéré ; on en conclut, en désignant respectivement par ω' et ω'' les valeurs de l'intégrale $\int_\gamma R\,dx$ pour les déterminations y' et y'' du paramètre,

$$\omega' = \omega''.$$

---

(1) *Théorie des fonctions algébriques de deux variables*, t. II, chap. IX.

Si d'autre part on fait tourner le point (x', y') autour du point a, y' se change de même en y'', mais le cycle γ se déforme, fuyant en quelque sorte devant le point (x', y'), et prend une position γ'; de là on déduit aisément la relation

$$\omega' = \omega'' - 2\pi i.$$

Dès lors l'intégrale dont nous avions admis l'existence ne saurait exister.

En second lieu, considérons une courbe irréductible quelconque Γ de la surface S : elle définit une correspondance algébrique entre les points (x, y) et (x', y') de la courbe fondamentale C. On doit à Hürwitz une étude de ces correspondances [1] dans laquelle est établi le résultat suivant, qui est fondamental pour notre objet : « Étant donnée une correspondance quelconque entre les points (x, y) et (x', y'), on peut former une fonction rationnelle $P(x, y; x', y')$ qui n'admette comme lignes de zéros ou d'infinis, en dehors de la correspondance considérée, que la correspondance $x = x'$, $y = y'$, ainsi que les correspondances associant respectivement à un point variable certains points fixes $(x_1, y_1), \ldots, (x_k, y_k)$. » Ce résultat suppose toutefois que la courbe $f(x, y) = 0$ n'est pas une courbe *singulière*.

Il résulte du théorème précédent que l'expression

$$I = \operatorname{Log} P(x, y; x', y') + \operatorname{Log} P(x', y'; x, y)$$

est une intégrale de différentielle totale de la surface S ayant pour courbes logarithmiques les courbes Γ, J, $L_1, \ldots, L_k$. D'autre part, si l'on désigne par $\int G_{0i}(x, y)\,dx$ l'intégrale normale de troisième espèce attachée à la courbe C et relative aux points (x_0, y_0) et (x_i, y_i), il est manifeste que l'intégrale

$$I_{0i} = \int G_{0i}(x, y)\,dx + G_{0i}(x', y')\,dx'$$

a pour courbes logarithmiques L_0 et L_i. Dès lors il est possible de former une combinaison linéaire des intégrales I et $I_{01}, \ldots, I_{0k}$ qui n'admette pas, en dehors de Γ, d'autres courbes logarithmiques que les courbes J et L_0.

D'où cette conclusion : *L'invariant relatif ρ est égal à* DEUX *pour les surfaces dont les points admettent une correspondance univoque, sans point fondamental ni courbe exceptionnelle, avec les couples de points d'une courbe algébrique non singulière, et non unicursale.*

---

(1) *Mathematische Annalen*, t. XXVIII, p. 561.

Ce résultat paraît au premier abord en contradiction avec un théorème de M. Picard, d'après lequel l'invariant ρ est égal à *un* pour les surfaces hyperelliptiques qui correspondent point par point, sans exception, au prismatoïde des périodes : en réalité, la correspondance entre une telle surface et la courbe de genre *deux* possède un point fondamental qui répond aux couples découpés sur la courbe par ses adjointes d'ordre $m-3$, et la valeur de ρ est, de ce fait, diminuée d'une unité.

PHYSIQUE. — *Influence de la pression sur l'ionisation produite dans les gaz par les rayons X. Courant de saturation.* Note de M. E. **Rothé**, présentée par M. Lippmann.

Au cours d'expériences destinées à mesurer le coefficient de recombinaison des ions, j'ai été conduit à étudier l'influence de la pression sur *les phénomènes d'ionisation d'une façon générale.*

Le récipient contenant le gaz sous pression est un large cylindre de laiton à parois épaisses, à l'intérieur duquel sont deux plateaux de condensateurs rectangulaires A et B, distants de 4^{cm} et isolés à la paraffine. Entre ces deux plateaux on fait arriver un faisceau de rayons X, ne les touchant pas, afin de ne pas introduire les complications dues aux rayons secondaires (¹) (*fig.* 1). Ce faisceau pénètre dans le cylindre à travers

Fig. 1.

une lame mince d'aluminium. La base opposée du cylindre est fermée par un couvercle mobile portant un robinet pour l'admission des gaz, une tubulure à écrou, pour manomètre métallique, et deux tubes tt' pour le passage des fils servant à établir les communications électriques. Ces fils sont noyés dans de la paraffine faisant prise dans les

(¹) Rothe, *Ass. fr. pour l'avanc. des Sciences*. Congrès de Reims, 1907.

tubes E et E' sur des spirales métalliques. Ce système de fermeture m'a permis de maintenir dans l'appareil, sans fuites importantes, une pression supérieure à 5^{atm}, tout en réalisant un bon isolement des plateaux (¹).

Courant de saturation. — M. J. Perrin a le premier montré que l'ionisation était proportionnelle à la pression et non à la racine carrée de la pression, dans les limites de $0^{atm},1$ à $1^{atm},5$.

La connaissance exacte de la loi de variation du courant de saturation avec la pression présente un intérêt particulier, parce que sa mesure intervient dans celle du coefficient de recombinaison. Si l'on veut tenir compte de la diffusion des ions, qui, comme l'a montré M. Langevin (²), introduit de graves causes d'erreurs dans les expériences faites jusqu'ici, on est obligé de compliquer les dispositifs expérimentaux. On introduit une simplification notable en admettant que l'intensité du courant est proportionnelle à la pression. C'est pourquoi il était intéressant, pour le but que je me proposais, d'étendre les mesures de M. Perrin et d'étudier *expérimentalement, indépendamment de toute hypothèse*, la loi de variation de l'intensité du courant de saturation en fonction de la pression.

J'ai employé la méthode ordinaire : le plateau supérieur A est chargé par le pôle positif d'une batterie de petits accumulateurs, dont l'autre pôle est au sol. Le plateau inférieur B communique avec l'une des paires de quadrants d'un électromètre Curie. On établit entre les plateaux A et B une différence de potentiel de plusieurs centaines de volts, très supérieure à celle qui produit la saturation, B étant maintenu ainsi que les quadrants au potentiel du sol. On produit les rayons de Röntgen et, au bout de quelques secondes, quand le régime permanent est établi, on isole B et les quadrants. Le potentiel de B varie, mais ses variations inférieures à 2 volts sont négligeables par rapport au potentiel de A (600 à 800 volts). Les déviations de l'équipage de l'électromètre dans l'unité de temps fournissent une mesure de l'intensité du courant produit entre les plateaux. Mais il n'est pas possible de comparer directement, sans modifications du dispositif, les intensités du courant de saturation depuis la pression de $\frac{1}{10}$ d'atmosphère jusqu'à 5^{atm}, car les vitesses de déplacement sont trop différentes dans ces conditions (elles varient de 1 à 50). J'ai préféré fractionner les mesures et ramener toujours les vitesses de déplacement à des valeurs voisines. En

(¹) J. Perrin, *Thèse de Doctorat*, p. 43. Paris, Gauthier-Villars, 1897.

(²) Langevin, *Thèse de Doctorat*, 1902, et *Journ. de Phys.*, 1905.

particulier, pour les pressions élevées, j'ai modifié la méthode ordinaire en opérant par influence. Le plateau B communique avec une des armatures d'un condensateur auxiliaire, de capacité variable, dont la seconde armature est en relation avec l'électromètre.

Les exemples ci-dessous sont tous relatifs à l'air puisé dans la cour, privé de poussières en même temps que de vapeur d'eau et de gaz carbonique par deux séries de tubes purificateurs à l'entrée et à la sortie de la pompe de compression.

Premier exemple.

Pression en centimètres de mercure........	11,3	17,2	21,2	25,1	31,1	37,5	46,4	51,2	55,3	64	68,6	74,3
Intensité du courant (unités arbitraires).	10,5	17	20,3	25,3	30,3	35	44	50	54	62,5	67	73

Deuxième exemple.

1^{atm}	1,25	1,5	1,75	2
57	74	89	104	117,6

Troisième exemple.

$2^{atm},5$	3	3,5	4	4,5	5
34,5	40,3	42,3	53,1	60,6	68,5

Les points figuratifs se rangent sensiblement sur des droites passant par l'origine. On peut donc admettre que *depuis* $0^{atm},1$ *jusqu'à* 5^{atm} *l'intensité du courant de saturation croît proportionnellement à la pression.*

La proportionnalité, qui n'est pas rigoureuse, me paraît néanmoins suffisamment démontrée en raison des difficultés expérimentales dues à l'inconstance de la source des radiations.

J'ai dû croiser les expériences et prendre des moyennes entre de nombreuses séries d'observations.

J'ai pu d'ailleurs obtenir une régularité satisfaisante grâce aux précautions suivantes :

Le tube de Crookes est alimenté par une bobine d'induction, avec interrupteur à mercure animé par un moteur Gramme, l'étincelle de rupture se faisant dans un jet d'eau dirigé constamment à la surface du mercure. On ne fait fonctionner le tube que pendant des temps égaux, à des intervalles de temps égaux. On ne commence la mesure du courant de saturation que lorsque le tube a fonctionné pendant un nombre de secondes déterminé. Le régime permanent est ainsi établi et, dans chaque expérience, le tube fonctionne dans des conditions identiques. J'ai de plus utilisé des radiations

de pénétrations très diverses sans observer de différences importantes dans la loi de variation.

Les phénomènes sont tout différents pour les courants d'ionisation produits par les champs faibles.

ÉLECTRICITÉ. — *Électromètres et électroscopes à compensation.* Note de M. **Hurmuzescu**, présentée par M. G. Lippmann.

L'étude des substances radioactives a donné une grande actualité aux électroscopes et électromètres symétriques.

On sait, en effet, que la méthode la meilleure et la plus généralement employée dans ces recherches se réduit à mesurer la déperdition électrique d'un corps électrisé à un certain potentiel, au commencement de l'expérience. Cette perte de charge est mesurée, de préférence, par la chute du potentiel en méthode idiostatique, à l'aide d'un électromètre symétrique relatif, ou mieux encore, au point de vue pratique, à l'aide d'un électroscope.

Pour un électroscope à feuilles métalliques flexibles ou autre, de capacité invariable, l'angle de divergence des feuilles dépend seulement du potentiel du système. Ainsi qu'en mesurant ces angles α des feuilles, on a des valeurs relatives du potentiel, et par conséquent, la charge étant

$$M = CV,$$

la perte de charge, pendant un temps dt, due à l'action des substances radioactives, sera

$$dM = C\,dV,$$

ou, en valeurs finies,

$$M_0 - M_1 = C(V_0 - V_1).$$

La méthode revient donc à mesurer les deux positions d_0 et d_1 ou $\alpha_0 - \alpha_1$, l'instrument ayant été étalonné au préalable avec des potentiels connus.

Dans la mesure de ces différences $(\alpha_0 - \alpha_1)$, il y a à considérer, d'une manière générale, deux causes d'erreur, assez importantes, lorsque $(\alpha_0 - \alpha_1)$ est petit : d'abord l'erreur de parallaxe, les divisions auxquelles on rapporte les angles des feuilles ne se trouvant pas dans le même plan que celles-ci ; la seconde cause d'erreur, et celle-là plus importante, c'est que les feuilles, à cause de la difficulté de les suspendre bien parallèlement ensemble, en divergeant, tournent sur elles-mêmes, de sorte que les arêtes, mises au point une fois, ne se trouvent plus l'être après une nouvelle divergence.

C'est en cherchant à supprimer ces inconvénients, que les différents physiciens qui ont eu à utiliser ces appareils y ont apporté diverses modifica-

tions, ce qui nous donne aujourd'hui un grand nombre de modèles : les uns à lecture directe, d'autres en employant la lunette, la loupe ou le microscope pour la mesure de l'angle des feuilles.

D'autres savants, enfin, toujours dans le même but, ont remplacé les feuilles métalliques (or battu, aluminium battu) par des fils de quartz argenté.

Ayant eu l'occasion, dans mes recherches sur la *Radioactivité des pétroles et des eaux minérales de Roumanie* [1], de me servir d'un tel appareil, au lieu de mesurer les variations de l'angle α pour avoir les différences du potentiel, j'ai ramené, par *une méthode de compensation*, la valeur de α à sa valeur initiale par une variation symétrique et linéaire de la capacité de l'électroscope, à l'aide d'une vis micrométrique dont la tête avait un tambour divisé en n divisions égales.

En effet, après un temps dt, lorsque M a varié de $dM = C\,dV = Ck\,d\alpha$, on ramène les feuilles à l'angle α_0 initial correspondant à V_0 initial, en faisant varier la capacité de dC telle qu'elle est donnée par la relation

$$V\,dC + C\,dV = 0,$$

car la charge étant constante pendant ce temps $dM = 0$, donc

$$dM = -V\,dc.$$

Supposons deux cylindres circulaires de longueur commune l concentriques, les diamètres respectifs étant D et d.

La capacité électrostatique du système est

$$C = \frac{l}{2\log\frac{D}{d}}.$$

Électrisons le cylindre extérieur à une charge M, à un potentiel V_0, le cylindre intérieur étant au sol; la présence des corps radioactifs produit pendant le temps dt une dispersion de charge $dM = C\,dV$.

En déplaçant, suivant l'axe commun, le cylindre intérieur de dl, la capacité a diminué de

$$dC = \frac{dl}{2\log\frac{D}{d}},$$

M' étant constant, comme la capacite diminue, le potentiel doit augmenter. Au moyen d'un déplacement continu, on peut facilement arriver à ce que le potentiel prenne la valeur initiale V_0.

---

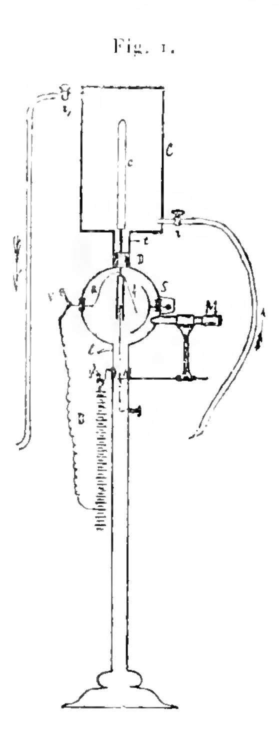
(1) Voir *Annales scientifiques de l'Université de Jassy*, t. V, fasc. I et 3, 1908.

De cette manière on peut connaître directement la perte de charge, ou l'on peut encore graduer l'appareil déterminant en volts le déplacement d'une division du tambour. La variation de capacité doit être faite de telle manière qu'il n'en résulte aucune modification de position entre les différentes pièces métalliques et les feuilles mobiles de l'électroscope.

Ce modèle m'a donné des résultats excellents, on peut le construire pour des sensibilités déterminées; on peut ainsi avoir facilement $\frac{2}{100}$ et $\frac{1}{100}$ de volt.

La figure ci-dessous nous montre l'appareil tel qu'il se trouve employé (¹) dans les recherches de radioactivité dans notre laboratoire, avec le disperseur cylindrique. Le

Fig. 1.



système électrisé est supporté et isolé par un bouchon de diélectrine, il est composé dans sa partie inférieure d'une fourche verticale formée de deux lames minces métalliques l distantes de 2^{mm} environ; sur le côté droit à l'extérieur se trouve collée une feuille d'or battu, dont les divergences sont mesurées avec un microscope à micromètre oculaire. Ce système électrométrique est abrité à l'intérieur d'une cage métallique de forme cylindrique à axe horizontal, ayant une ouverture de 7^{cm} de diamètre et une profondeur de 8^{cm}.

Le point d'insertion de la feuille d'or se trouve un peu au-dessus du centre de la

(¹) Construit dans l'atelier du Laboratoire de Physique de l'Université de Jassy.

section normale du cylindre, de manière que, pendant l'écartement de la feuille qui se produit dans le plan de cette section, l'action des parois de la cage métallique sur la feuille soit la même; de plus l'arc de cercle S a pour but de compléter ce réglage.

Dans le pied de l'appareil se trouve cachée une tige metallique t beaucoup moins large que les lames l en contact métallique avec la cage, qui se trouve être mise à la terre; de l'extérieur, à l'aide d'une vis ou crémaillère R, on peut faire monter cette tige t et la faire pénétrer entre les deux lames l sans les toucher; *c'est le système compensateur.*

La tête de la vis est divisée en 100 parties égales.

Pour certains angles d'écartement de la feuille correspondant aux divisions 30-60 du micromètre oculaire du microscope, une variation d'une division est compensée par un tour complet de la vis, c'est-à-dire par les cent divisions du tambour et, comme cette variation correspond à 2 volts, on a $\frac{2}{100}$ de volt.

En appréciant la moitié de la division sur le tambour de la vis, on avait, à l'aide de ce moyen de compensation, des valeurs du potentiel de l'ordre de 0,01 de volt et ainsi de suite on peut obtenir encore des valeurs plus petites.

RADIOTÉLÉGRAPHIE. — *Appareil pour la réception des signaux horaires radiotélégraphiques à bord des bâtiments.* Note de MM. **C. Tissot** et **Félix Pellin**, présentée par M. Lippmann.

Dans les expériences qui ont été exécutées par l'un de nous, en décembre 1907, pour rechercher le degré d'approximation qu'on pouvait obtenir dans la détermination de l'état absolu d'un chronomètre, par l'observation de signaux horaires radiotélégraphiques émis par le poste de la Tour Eiffel, nous avons employé avec succès un modèle simplifié de récepteur électrolytique que nous avons présenté au Bureau des Longitudes dans sa séance du 22 janvier 1908.

A la suite de ces expériences nous avons été amenés à apporter à ce modèle quelques perfectionnements de détails susceptibles d'en rendre l'usage plus commode pour les bâtiments de commerce. C'est ce modèle mis au point que nous plaçons aujourd'hui sous les yeux de l'Académie.

Une première simplification résulte du fait qu'il s'agit (en l'espèce) de recevoir non toute une gamme de longueurs d'ondes différentes, mais des ondes de longueur parfaitement déterminée et toujours la même (nous avons supposé, en principe, que ce sont des ondes émises par la Tour Eiffel).

Le dispositif d'accord a donc été simplement établi de manière à per-

mettre d'accorder sur la longueur d'onde de la Tour, soit 1800^m environ, une antenne à branche horizontale (à un seul, ou à deux conducteurs parallèles) d'une longueur totale de 50^m à 100^m, c'est-à-dire telle qu'on pourra toujours l'obtenir aisément sur les différents bâtiments.

Le couplage a pu être choisi assez serré : l'établissement d'un service de signaux horaires suppose en effet, en principe, qu'il y eût eu une entente préalable entre les différentes stations capables de venir les troubler. Bien qu'on ait prévu l'emploi possible de l'électrolytique (sous la forme d'électrode *à la Wollaston* qui se trouvait réalisée dans l'appareil présenté au Bureau des Longitudes et rend l'anode à peu près inutilisable), le détecteur utilisé est l'un des *détecteurs thermo-électriques* que nous avons signalés récemment.

L'emploi de pareils détecteurs apporte une grande simplification au récepteur par la suppression de la pile et du réducteur de potentiel destiné au réglage de la force électromotrice. L'appareil permet d'ailleurs de faire usage, soit de détecteurs à faible résistance, soit de détecteurs de résistance notable. Avec les détecteurs de faible résistance (tellure-métal par exemple), le montage se trouve encore simplifié puisqu'il suffit de disposer le détecteur à un ventre de courant et d'intercaler une self convenable dans l'antenne pour obtenir l'accord.

Il paraît toutefois préférable de se servir de détecteurs de résistance élevée, à pyrite de cuivre ou à chalcosine, dont la sensibilité est en général plus grande, et de conserver le solénoïde secondaire d'accord, de manière à placer le détecteur à un ventre de tension. Un dispositif très simple assure la protection complète du détecteur en le mettant en court-circuit quand on ne s'en sert pas.

L'appareil peut, bien entendu, être utilisé avec un chronomètre ou un compteur quelconque. Il est clair toutefois qu'il ne saurait présenter un réel intérêt au point de vue économique que si son emploi permet de suppléer à l'achat d'un chronomètre coûteux. Si l'on observe que l'usage d'un appareil suppose l'existence d'un service régulier de signaux horaires permettant d'opérer toutes les 24 heures au moins la détermination de l'heure du méridien fondamental, il doit suffire, à un bâtiment muni du dispositif de réception radiotélégraphique, de posséder une bonne montre pour atterrir en toute sécurité. On a donc adjoint à l'appareil récepteur un chronographe Le Roy qui facilite l'observation des comparaisons et donne toute sécurité comme garde-temps journalier.

PHYSIQUE. — *Détermination nouvelle de l'équivalent mécanique de la chaleur*. Note de MM. **V. Crémieu** et **L. Rispail**, présentée par M. H. Poincaré.

Dans les déterminations directes de J, une cause d'erreur importante provient de ce qu'on n'opère pas à température constante. Pour éliminer cette difficulté, nous avons réalisé une expérience dans laquelle la transformation de chaleur en travail est produite dans le moufle d'un calorimètre Bunsen, dans lequel on peut conserver, pendant plusieurs heures, une température rigoureusement égale à celle de la glace fondante.

En appelant μ le poids de mercure absorbé par le calorimètre Bunsen pour une petite calorie versée dans le moufle, d la densité du mercure, c la chaleur de fusion de la glace, D la densité de la glace et D' la densité de l'eau à 0°, on a

$$\mu = \frac{d}{c}\left(\frac{1}{D} - \frac{1}{D'}\right).$$

Si donc on pèse le poids M de mercure absorbé par le calorimètre au cours d'une expérience dans laquelle le travail mis en jeu dans le moufle a été T, on aura

$$J = \frac{T}{M}\frac{d}{c}\left(\frac{1}{D} - \frac{1}{D'}\right). \qquad (1)$$

Par suite, la méthode permettra de déterminer l'une quelconque des quantités J, c, D ou D' en supposant connues les trois autres.

L'appareil se compose essentiellement d'un moteur électrique, d'un dynamomètre, d'un amortisseur, et du calorimètre Bunsen protégé par une éprouvette de Dewar.

Le moteur électrique D (*fig.* 1) est monté sur roulements à billes et porte un compteur de tours C. Les inducteurs sont fixés à un équipage mobile $EE_1E'E'_1$, suspendu et maintenu vertical par deux rubans d'acier $f_1f'_1$, $f_2f'_2$.

L'appareil est réglé de façon que les rubans soient verticaux, dans le prolongement l'un de l'autre, et coïncident avec l'axe de rotation du moteur.

Le dynamomètre est constitué par un fil fin attaché à une distance l de l'axe xy. Ce fil passe sur une poulie très mobile A et porte à son extrémité un petit plateau P.

L'équipage mobile est rendu apériodique à l'aide de l'amortisseur SN, du système publié ici même par l'un de nous (¹).

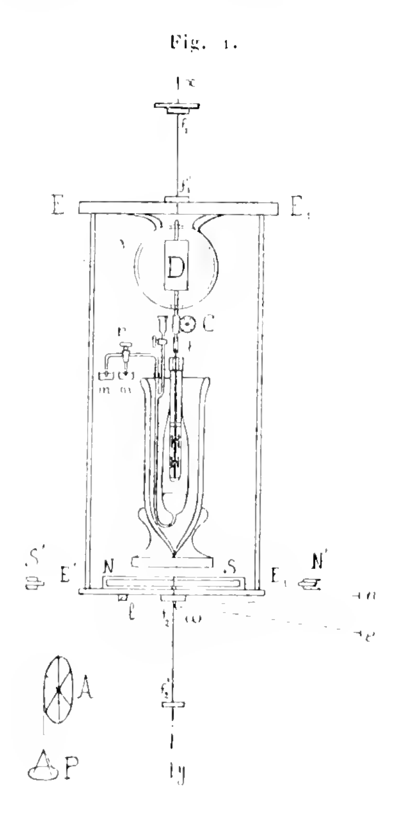
Un robinet à deux voies r permet de puiser le mercure dans l'une ou l'autre des

(¹) *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1029.

capsules m, m'. On peut ainsi peser directement le mercure absorbé pendant un intervalle déterminé.

L'agitateur plonge dans le liquide du moufle; son axe est relié à celui du moteur par un joint souple j, mauvais conducteur de la chaleur.

Fig. 1.



Une détermination de J comporte :

1° La mesure de la quantité de travail T. On a $T = 2\pi l n P$.

l est égal à $6^{cm},181$; le nombre de tours n et le poids P nécessaire pour équilibrer le couple d'entraînement du moteur sont déterminés à chaque expérience.

2° La mesure de la quantité de chaleur Q, qui revient à une simple pesée de mercure. $Q = \frac{M}{\mu}$.

Ces mesures faites, on a

$$J = \frac{2\pi l n P \mu}{M}. \tag{2}$$

Les approximations faites sur les termes de la formule (2) comportent une erreur relative de $\frac{1}{650}$.

D'autre part, en adoptant pour c, D et D les nombres donnés récemment par M. Leduc (¹), on trouve

$$\mu = 15^{mg},381.$$

En étalonnant directement le calorimètre, nous avons trouvé la valeur un peu différente

$$\mu = 15^{mg},393.$$

C'est cette valeur que nous avons employée dans le calcul des dix séries dont les résultats figurent au Tableau ci-dessous :

Durée de l'expérience.	n.	P.	M.	J.
30.29 (m s)	120 000	14,795 (g)	24,725 (g)	4,1878 × 10^7 ergs
16. 4	60 000	10,470	8,806	4,1834 »
14.42	»	15,260	12,830	4,1848 »
15. 3	»	18,370	15,441	4,1859 »
15. 2	»	16,595	13,959	4,1830 »
14.20	»	15,270	12,833	4,1857 »
15.32	»	25,165	21,160	4,1845 »
15. 1	»	22,240	18,668	4,1873 »
14.45	»	25,340	21,312	4,1835 »
14.50	»	21,600	18,160	4,1849 »

La moyenne des valeurs de J est $4,1851 \times 10^7$ ergs avec un écart expérimental de 0,0027 qui n'atteint pas $\frac{1}{1500}$.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation de l'acide tungstique et de la silice.* Note de M. **Paul Nicolardot**, présentée par M. Armand Gautier.

Les anciennes méthodes de séparation de la silice et de l'acide tungstique (fusion avec SO^4KH ou traitement par HF) ne fournissent que des résultats approximatifs, surtout quand la teneur en silice est faible. Seule, l'action du gaz chlorhydrique sec sur le mélange fortement chauffé, indiquée d'abord par Périllon et retrouvée par MM. Friedheim, Henderson et Pinagel (²), permet de séparer intégralement l'acide tungstique de la silice. Mais l'opération est laborieuse, car il est nécessaire de chauffer longtemps et à haute température.

Tout récemment, M. Bourion (³) a montré qu'un mélange gazeux de chlore et de

(¹) *Journal de Physique*, 4ᵉ série, t. V, 1906, p. 157.

(²) *Zeit. f. anorg. Ch.*, t. XLV, 1905, p. 376.

(³) *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 1102.

chlorure de soufre produit, dans certaines conditions, des oxychlorures de tungstène sans attaquer la silice, combinée ou mélangée à l'acide tungstique. Cette méthode présente l'inconvénient d'utiliser deux corps désagréables à manier; en outre, elle paraît délicate puisque MM. Matignon et Bourion (¹) ont établi antérieurement que le même mélange transforme facilement la silice en chlorure de silicium. Le procédé élégant de M. Defacqz, qui consiste à réduire d'abord le mélange d'acide tungstique et de silice par l'hydrogène, puis à le traiter par le chlore, est très long.

La séparation de l'acide tungstique et de la silice peut être réalisée plus simplement à l'aide des vapeurs de tétrachlorure de carbone dont Demarçay (²) a signalé le premier l'importance comme agent chlorurant. Les résultats obtenus par ce savant n'ont pas tous été confirmés; il résulte toutefois de ses essais et de ceux de Quantin (³) que si la silice pure est faiblement attaquée, elle l'est beaucoup plus en présence de certains oxydes tels que l'alumine. Aucun détail sur leur mode opératoire n'a été publié.

J'ai constaté que la silice n'est pas attaquée quand on la traite par un mélange d'air imparfaitement desséché et de vapeurs de tétrachlorure de carbone, et qu'elle ne l'est pas non plus, même quand elle est combinée à l'acide tungstique. La présence de l'air et surtout de traces d'eau empêchent sans doute la formation du chlorure de silicium. Les résultats obtenus sont identiques à ceux fournis par le gaz chlorhydrique sec. Mais il n'est pas possible de dépasser 450° parce que le tétrachlorure se décompose vers 440° et qu'il se forme un abondant dépôt de charbon. Au-dessous de cette température, l'attaque est très lente; elle commence vers 400° et l'on ne peut pas accélérer l'attaque en ajoutant au tétrachlorure soit du sulfure de carbone, soit même du chlorure de soufre. Avec le chloroforme, au contraire, il est possible d'atteindre 500° sans dépôt de charbon et, à cette température, l'action de ce réactif sur l'acide tungstique est très énergique; la silice n'est pas attaquée. Le chloroforme fournit un mélange de chlore et de gaz chlorhydrique, qui paraît être plus actif que le chlore seul. Dans un essai exécuté aux environs de 440°, pendant le même intervalle de temps (2 heures), avec le même poids de réactif, les quantités d'acide tungstique entraînées ont été :

	CCl^4 seul.	CCl^4 avec air.	$CHCl^3$ seul.	$CHCl^3$ avec air.
WO^3........	0g,003	0g,130	0g,004	0g,150

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 632.
(²) *Comptes rendus*, t. CIV, 1887, p. 111.
(³) *Comptes rendus*, t. CIV, 1887, p. 223; t. CVI, 1888, p. 1074.

A 500° on peut transformer dans le même temps près de 1g d'acide tungstique en oxychlorures, au moyen des vapeurs de chloroforme. A l'aide d'un réfrigérant, on condense les vapeurs de chloroforme qui n'ont pas réagi, en sorte que ce procédé est économique pour obtenir industriellement de l'acide tungstique sans silice. Il convient par suite de modifier le mode opératoire indiqué précédemment (¹) pour l'analyse du wolfram et de le remplacer par le suivant qui élimine une cause d'erreur due à la formation de sulfure d'argent aux dépens du creuset et qui évite de préparer le sulfotungstate.

Mode opératoire. — Fondre avec de la soude dans un creuset de platine chauffé sur une lampe à alcool. Oxyder la solution alcaline avec du brome, après filtration et lavage. Neutraliser avec ClH et filtrer après avoir chauffé pour recueillir les oxydes (Al^2O^3, Fe^2O^3, SiO^2, etc.) qui ont pu se précipiter. Acidifier légèrement pour doser le soufre au moyen du chlorure de baryum, en refondant le précipité obtenu pour obtenir du sulfate de baryte pur. Traiter la liqueur par H^2S et, après filtration, concentrer. Dès que toute odeur a disparu, ajouter NO^3H en excès, évaporer à sec et maintenir à 120°. Filtrer et traiter le mélange d'acide tungstique et de silice (calciné et pesé) par les vapeurs de chloroforme mélangées d'air à 500°. Les autres éléments sont dosés comme je l'ai indiqué.

CHIMIE. — *Sur la détermination du poids atomique de la substance pondérale simple, le pantogène.* Note (²) de M. G.-D. **Hinrichs**, présentée par M. G. Lemoine.

L'hydrogène est le plus simple de tous les éléments chimiques, la forme la moins condensée de la matière pondérable [supposée être unique]. C'est donc par l'étude minutieuse de cet élément que j'ai tâché d'arriver à la connaissance du poids atomique π de la matière première, le *pantogène*.

J'ai établi (*Comptes rendus*, 11 mai 1908, p. 972) que le poids atomique de l'hydrogène (pour O = 16) est *très près* de

$$H = \frac{16}{16 - \frac{1}{8}} = \frac{128}{128 - 1} = 1,007\,87,$$

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 859.

(²) Présentée dans la séance du 26 octobre 1908.

dont la forme chimique doit être

$$H = \frac{128+1}{128} = 1,00781.$$

La différence de ces deux nombres est 0,00006. La différence des valeurs extrêmes de M. Noyes est 0,00059 ou bien dix fois plus grande.

Cette relation est l'expression finale de la totalité des déterminations expérimentales existantes ([1]).

Je résume ici les pas faits successivement pour la solution du problème.

I. *La juxtaposition* des panatomes dans les atomes des éléments chimiques est fondée sur un principe de thermochimie de Berthelot ([2]) dont *la signification mécanique peut être formulée de la manière suivante* (*Comptes rendus*, t. CXV, 1892, p. 241) :

Dans les composés chimiques, les atomes des éléments entrent en individualités intégrantes, retenant un mouvement propre de vibration ; mais les atomes des éléments chimiques vrais sont des corps solides ou rigides ([3]) *dont les atomes constituants n'ont pas de mouvements individuels.*

II. *La duplication* est la méthode la plus simple de juxtaposition des panatomes (*Programme der Atom-mechanik*, 1867, in-4°, p. 6-10).

L'union de deux panatomes fait 2 en *ligne*. La juxtaposition de deux de ces lignes fait le *rhombe* $4 = 2^2$; la question importante du carré ou de l'hexagone ne compte pas ici. Deux rhombes font *l'hexaïde* ([4]) $2 \times 4 = 8 = 2^3$. Deux hexaïdes donnent le *prisme* $2 \times 8 = 16 = 2^4$ dont la base est 2^2 et la hauteur 4. La juxtaposition (par côté) de deux prismes donne la *tablette* $2 \times 16 = 32 = 2^5$ dont la base est $4^2 = 16$ et l'épaisseur 2. Deux

---

([1]) J'ai représenté ces déterminations en fonction du poids de l'eau formée par un graphique que M. G. Lemoine a reproduit dans une conférence sur *l'unité de la matière et la détermination des poids atomiques*, faite à Bruxelles le 29 avril 1908 (*Revue des questions scientifiques*, publiée par la Société scientifique de Bruxelles, 20 juillet 1908, p. 199); voir aussi mes premiers graphiques (*Comptes rendus*, t. CXVI, 1893, p. 755; t. CXVII, 1893, p. 664).

([2]) Berthelot insistait sur ce que la chaleur spécifique des polymères est à peu près un multiple de celle des corps non condensés, tandis que la chaleur spécifique est constante pour les corps simples dont les poids atomiques sont multiples les uns des autres. G. L.

([3]) En corrigeant l'erreur typographique : liquide.

([4]) Voir p. 86 et *fig.* 16 de ma *Microchemical Analysis*; Saint-Louis, 1903.

tablettes donnent $2 \times 32 = 64 = 2^6 = 4^3$, l'*hexaïde double* de $4 = 2^2$ de côté. Ainsi de suite pour les éléments que nous avons nommés les *monades* (*True Atomic Weights*, 1894, p. 216-226).

Fig. 1.

III. *Groupements secondaires* par soudure de ces formes primitives (indiquée déjà dans un pli cacheté déposé en 1891, ouvert en séance le 14 janvier 1907). Un corpuscule 16 (pour O = 16) dominant tous ces groupements donne la limite de ces juxtapositions (voir *Proximate Constituents of the Chemical Elements*; Saint-Louis, 1904, p. 30-47).

IV. *Calcul de la valeur* π, poids atomique du pantogène. Toutes les

déterminations du poids atomique de l'hydrogène (voir *supra*) donnent $H = (128 + 1)$ en unités de pantogène $\pi = 1$; d'où

$$O = 16 \times 128 = 2048 = 2^{11}$$

et

$$C = 12 \times 128 = 1536 = 3 \times 2^9.$$

Pour l'hélium on aura

$$He = 4 \times 128 = 512 = 2^9.$$

Donc le poids atomique du pantogène est $\frac{1}{128}$ de notre unité absolue, soit 0,007813.

L'excès sur $H = 1$ *de la valeur vraie du poids atomique de l'hydrogène est précisément le poids atomique du pantogène pour* $O = 16$ ou, mieux, pour $C = 12$, diamant.

V. *Précision de cette valeur.* La déviation de la moyenne de Morley est $-0,00019$ et celle de Noyes est $+0,00006$; c'est -2 et $+\frac{3}{4}$ *centièmes* de π. Notre valeur théorique est donc plus précise que les meilleures expériences.

VI. On peut, par la même méthode, représenter les corps rigides des éléments Az, O, Fl comme des prismes de base 8×8 et de hauteurs 25, 32 et 37, surmontés par des hexaïdes 4^3 en nombre égal à leur valence chimique (*Programme der Atom-mechanik*, 1867, p. 17). Par la duplication, on peut obtenir d'autres formes pour les mêmes poids atomiques.

VII. Mais pour chaque forme, on peut déterminer par le calcul les valeurs du volume atomique et les températures de fusion et d'ébullition, les dernières étant fonction respectivement des moments d'inertie minima i et maxima I (*Comptes rendus*, t. LXXVI, 1873, p. 1357, 1408, 1592). Pour les gaz, les données critiques de température et de pression offrent encore les moyens de déterminer les dimensions des atomes rigides des éléments (voir les exemples donnés dans les *Comptes rendus*, t. CXII, CXIII, 1891 et t. CXIV, CXV, 1892 et *Prox. constit. chem. Elements*, 1904).

VIII. Les calculs étant faits en unités de poids et de mesure du pantogène, on trouve (*fig.* 1) que les valeurs critiques de l'hélium [où 1 molécule = 1 atome] tombent entièrement en dehors des lignes déterminées pour H, Az, O, Fl [où 1 molécule = 2 atomes].... Cette anomalie est une confirmation... de ce que la forme géométrique de la masse rigide de l'hélium est 8^3, cubique [par duplication], et celle de H, Az, O prismatique.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les phosphures de zinc.* Note de M. **Pierre Jolibois**, présentée par M. H. Le Chatelier.

De nombreux travaux ont été publiés sur les combinaisons du zinc et du phosphore, parmi lesquels il convient de rappeler ceux de Schrötter (¹), Vigier (²), Renault (³), Emmerling (⁴), Hvoslef (⁵).

Les composés décrits avaient pour formule

$$Zn^3P^2, \quad ZnP, \quad Zn^3P^4, \quad ZnP^2, \quad ZnP^3.$$

Il nous a paru intéressant de reprendre ces travaux en nous limitant à l'étude de l'action directe des corps simples.

Nous avons réussi à préparer de grandes quantités d'un alliage titrant jusqu'à 15 pour 100 de phosphore en versant du zinc fondu sur du phosphore rouge bien sec tassé au fond d'un creuset de terre. On place le tout dans un four Perrot et on le chauffe jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de vapeur de phosphore.

En faisant sur un fragment du culot une surface polie, on aperçoit de grands cristaux beaucoup plus durs que le zinc et entourés eux-mêmes de zinc.

Afin d'isoler ce composé, nous avons tenté plusieurs essais qui ont réussi.

On peut volatiliser l'excès de zinc dans le vide à 600°; le phosphure reste dans la nacelle. On obtient le même produit, mais moins pur et souillé d'oxyde (en plus grande quantité, il est vrai), en chauffant le culot primitif au four à vent dans un creuset brasqué au charbon de sucre; le zinc en excès distille.

Une seconde méthode est basée sur la grande solubilité du métal dans le mercure. Ce dernier laisse le phosphure intact; on le lave avec du mercure chaud et l'on en volatilise l'excès dans un courant d'hydrogène à 400°.

Enfin, on peut isoler ce composé par l'action sur les culots concassés de l'acide azotique fumant. En prenant la précaution de refroidir le mélange à 0° et en évitant toute élévation de température, le zinc se dissout beaucoup plus vite que le phosphure.

(¹) Schrötter, *Wien. Akad. Ber.*, 1849, p. 301.
(²) Vigier, *Bull. Soc. chim.*, 1861, p. 5.
(³) Renault, *Ann. Phys. Chim.*, 4e série, t. IX, p. 162.
(⁴) Emmerling, *Ber.*, t. XII, 1879, p. 152.
(⁵) Hvoslef, *Ann. Pharm.*, t. C, p. 99.

Quelle que soit la teneur des culots dont nous sommes partis et quelle que soit la méthode employée, nous sommes toujours parvenus à un composé de formule sensiblement constante.

Analyse du produit séparé par NO^3H :

		Théorie pour Zn^3P^2.
P	23,32 pour 100	24,01
Zn	76,21 »	75,99

C'est donc le corps décrit par Vigier, Renault, Hvoslef (*loc. cit.*).

La plupart des propriétés importantes de ce corps ont été signalées par les auteurs cités précédemment.

Sa densité a été trouvée égale à 4,55 à 13°.

M. Wallerant, qui, avec une grande bienveillance, a examiné les plus beaux cristaux provenant de nos préparations, a reconnu qu'ils étaient formés d'octaèdres réguliers à escalier dérivés du cube. Il nous a été impossible, soit de fondre ce corps, soit de le dissoudre dans le zinc. En essayant de refondre à l'abri de l'air le culot à 16 pour 100, le zinc seul est devenu liquide et il est resté un squelette de Zn^3P^2 souillé de zinc. Le phosphure Zn^3P^2 distille dans l'hydrogène vers 1100°.

Nous avons examiné en détail l'action des acides. Comme cela a déjà été décrit par Renault (*loc. cit.*), l'acide chlorhydrique étendu ou concentré donne de l'hydrure de phosphore gazeux PH^3. Nous avons analysé le gaz dégagé qui est absorbable par $CuCl^2$ à 0,02 pour 100 près de son volume total et qui est donc très pur.

De plus, le liquide ne contient pas de phosphore après dissolution complète du produit.

La réaction peut donc s'écrire quantitativement

$$Zn^3P^2 + 6HCl = 3ZnCl^2 + 2PH^3.$$

Nous avons vérifié que le volume gazeux correspondait au poids de phosphure traité.

L'acide azotique étendu donne le même gaz dans un état de pureté comparable.

Étude des composés plus phosphorés. — En faisant agir dans le vide la vapeur de phosphore sur ce composé à la température de 400°, on obtient une masse brune non fondue, et la nacelle qui contenait le produit a augmenté de poids. Il est difficile de dépasser ainsi la teneur de 30 pour 100 de phosphore. En traitant ce produit par l'acide chlorhydrique étendu, on obtient une poudre noire dont la composition fut trouvée constante quelle que soit la concentration de l'acide employé, depuis 1 pour 100 jusqu'à 10 pour 100 d'acide concentré pour 100 d'eau.

Les analyses ci-dessous

				Théorie pour ZnP^2.
Zn	52,04	50,1	51,0	51,6
P	47,17	49,6	49,3	48,4

montrent que c'est là le composé décrit par Hvoslef et Renault (*loc. cit.*).

La masse brune trouvée dans la nacelle était donc un mélange de ZnP^2 et de Zn^3P^2, ce dernier n'ayant pas subi l'action du phosphore. Pour le mettre en évidence, nous avons isolé du produit contenu dans la nacelle, au moyen de l'acide nitrique fumant et refroidi à 0°, le composé Zn^3P^2.

Le corps répondant à la formule ZnP^2 n'a pas l'apparence cristalline.

Sa densité est 2,97 à 15°.

Il commence à se dissocier à 500° en phosphore et en P^2Zn^3. A 400°, il ne fixe pas de phosphore; une nacelle qui en contient 349^{mg} ne change de poids, à 1^{mg} près, ni dans le vide, ni dans la vapeur de phosphore à cette température.

De même que pour le précédent composé, nous avons étudié l'action des acides sur le corps ZnP^2. L'action de l'acide azotique a été décrite par Renault. Il reste inaltéré dans l'acide sulfurique concentré. L'action de l'acide chlorhydrique concentré est lente; il se produit dans cette réaction PH^3 pur et de l'hydrure solide P^2H. Nous avons fait l'analyse de ce dernier au moyen du procédé classique décrit par Amat [1].

Le volume d'hydrogène dégagé au cours de cette analyse a été trouvé à 1 pour 100 près égal au volume théorique. Le produit était jaune clair et ne contenait pas de zinc même à l'état de traces.

En résumé, nous avons décrit des méthodes permettant d'obtenir à l'état de pureté les composés Zn^3P^2 et ZnP^2. Dans ces recherches, nous n'avons pu trouver les composés ZnP et Zn^3P^4, qui ne se forment certainement pas par union directe du phosphore et du zinc aux températures indiquées.

L'action de l'acide chlorhydrique concentré sur le phosphure le plus riche nous a fourni un nouveau mode de préparation de l'hydrure de phosphore solide.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'hydrolyse du perchlorure de fer; influence des sels neutres* [2]. Note de MM. **G. Malfitano** et **L. Michel**, présentée par M. Roux.

Dans les solutions de $FeCl^3$ additionnées de KCl, quelle que soit la concentration respective des deux sels, les phénomènes caractéristiques de

(1) Amat, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XXIV, 1891, p. 360.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 185 et 1275; t. CXLVI, p. 338.

l'état colloïdal, l'hétérogénéité optique surtout, apparaissent toujours plus vite et deviennent plus prononcés que dans les solutions de $FeCl^3$ seul.

On porte dans une étuve à 40° des solutions de la composition suivante : $FeCl^3$: 50, $FeCl^3$: 50 + KCl : 100, $FeCl^3$: 50 + KCl : 50, $FeCl^3$: 50 + KCl : 2. Elles deviennent opalescentes respectivement après 96, 48, 24, 16 heures.

Est-ce que $FeCl^3$ se décompose plus rapidement et davantage en présence de KCl?

Dans les graphiques ci-dessous, nous avons indiqué les variations de la conductibilité électrique en fonction du temps à la température de 50° de solutions $FeCl^3$ + KCl comparativement avec celles de $FeCl^3$ seul et au même titre. Pour chacune de ces solutions, la valeur mesurée au début, une fois la température atteinte, a été marquée 0 et prise comme point de départ.

L'augmentation de la conductivité électrique est due à la formation de HCl dans la réaction $FeCl^3 + nH^2O = Fe(OH)^nCl^{3-n} + nHCl$, et l'on peut ainsi se rendre compte de la vitesse et de l'intensité de l'hydrolyse.

Nous avons pu constater que, lorsque dans les solutions le rapport $FeCl^3$: KCl est supérieur à l'unité, l'augmentation de la conductivité est généralement plus rapide et atteint un niveau plus élevé que dans les solutions de $FeCl^3$ seul et au même titre. Inversement, lorsque ce rapport est inférieur à l'unité, c'est-à-dire la concentration en KCl l'emporte sur celle de $FeCl^3$, l'augmentation, même dans le cas où elle débute plus rapidement, atteint toujours, ensuite, un niveau plus bas.

Dans le Tableau suivant, nous avons indiqué, à côté de la composition des solutions, la valeur de l'augmentation de la conductivité $K.10^{-6}$ mesurée à 18° avant et après chauffage à 100° pendant 15 minutes, et les modifications amenées par le chauffage dans l'aspect des liquides :

	Aussitôt après chauffage.	Après 16 heures.	Après 48 heures.	Aspect des liquides.
$FeCl^3$: 30	16,498	15,868	14,968	Rouge brun, opalescent.
$FeCl^3$: 30 + KCl : 1000	16,682	16,172	15,422	Id.
$FeCl^3$: 30 + KCl : 500.	16,892	16,362	15,602	Rouge jaunâtre, très opalescent.
$FeCl^3$: 30 + KCl : 100.	16,680	16,140	15,480	Id.
$FeCl^3$: 30 + KCl : 50..	16,910	16,040	15,210	Rouge jaune, opaque.
$FeCl^3$: 30 + KCl : 2...	11,250	11,250	11,250	Jaune rougeâtre, précipité.

On voit que l'augmentation de la conductivité et partant la quantité de $FeCl^3$ décomposé est plus grande en présence de KCl, si toutefois ce sel n'est pas à une concentration plus élevée que $FeCl^3$. De plus, la température restant constante à 18°, la conductivité des solutions hydrolysées à 100° tend à diminuer; HCl réagit sur les composés $Fe(OH)^nCl^{3-n}$, qu'il tend à ramener à l'état de $FeCl^3$. C'est la *rétrogradation*; elle est d'autant plus faible que les mélanges contiennent plus de KCl. Nous savons déjà que, lorsque l'hydrate forme des micelles plus volumineuses, il est moins facilement attaqué par HCl.

L'hydrolyse de $FeCl^3$ en présence de KCl est soit plus active, soit plus lente selon les proportions respectives des deux sels. Quel que soit l'effet sur la marche de l'hydrolyse, l'hydrate tend à former des micelles d'autant plus volumineuses que la quantité de KCl est plus grande. Non seulement l'état de division de la matière colloïdale est affecté, mais aussi sa composition (rapport Fe : Cl) et sa qualité. Dans les solutions où il devrait se former le produit rouge brun très stable, c'est un produit rouge jaunâtre ou même jaune ocreux qui apparaît en présence de doses suffisantes de KCl, et ce colloïde tend à se déposer. Nous nous sommes cependant assurés que KCl n'entre pas dans la composition des micelles et qu'on le retrouve en entier dans le liquide intermicellaire.

Les autres chlorures NaCl, NH^4Cl, $BaCl^2$, $MgCl^2$ se comportent d'une manière analogue, quel que soit le radical positif qu'ils renferment; les variantes qu'on constate peuvent être attribuées à leur différent coefficient de dissociation électrolytique. D'autre part, $HgCl^2$, qu'on peut considérer comme un non-électrolyte, n'a pas d'influence sensible sur la marche de l'hydrolyse, et les changements qu'il amène sont d'un ordre différent.

Nous avons également étudié l'influence de KNO^3, laquelle, *grosso modo*, est comparable à celle des chlorures.

Par contre, les sels dont le radical négatif est polyvalent, K^2SO^4, K^2HPO^4, agissent d'une manière toute différente. Ils entravent toujours l'hydrolyse et à des doses d'autant plus faibles que la température est plus basse. Ce sont, en somme, les mêmes phénomènes que nous avons exposés à propos des acides polyvalents.

En présence de doses croissantes de sels, le nombre d'ions Fe diminue, la formation de $Fe(OH)^3$ est entravée, si toutefois la proportion de sel ajouté n'est pas suffisante à diminuer l'ionisation et, par conséquent, l'activité antagoniste de l'autre produit de l'hydrolyse, l'acide. Cela explique pourquoi, selon la proportion respective des deux sels, l'hydrolyse puisse être des fois activée et d'autres fois ralentie.

Dans tous les cas, le nombre d'ions Fe, centres d'attraction autour desquels vont se grouper les molécules $Fe(OH)^3$, étant moindre, les micelles sont plus volumineuses; par conséquent aussi, l'hydrate est mieux à l'abri de l'action rétroactive de l'acide, et l'hydrolyse peut ainsi se poursuivre. Mais, en présence d'un excès d'anions monovalents ou d'une quantité suffisante d'anions polyvalents, les micelles ne pouvant pas rester dissociées précipitent et d'autres ne peuvent plus se former; la décomposition de $FeCl^3$

est alors arrêtée. Cela explique pourquoi, selon les proportions respectives des deux sels en présence, la quantité de $FeCl^3$ décomposé peut être soit plus grande, soit plus faible.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'aloésol, phénol à fonction complexe préparé à l'aide de certains aloès.* Note de M. **E. Léger**, présentée par M. Armand Gautier.

En ajoutant du chlorate de potassium à la solution des aloès bruts du Cap et de l'Ouganda dans l'acide chlorhydrique concentré, j'ai obtenu un mélange d'aloïnes chlorées et un corps cristallisable en aiguilles anhydres, presque incolores, répondant à la formule $C^{11}H^4Cl^4O^3$ [1].

J'admis d'abord que cette formule est celle d'une oxyméthylnaphtoquinone tétrachlorée. L'étude ultérieure de ce corps m'a montré qu'on ne saurait le ranger parmi les quinones. Un de ses atomes d'oxygène appartenant à un OH phénolique, je le considérerai comme le dérivé tétrachloré d'un phénol encore inconnu auquel je donnerai le nom d'*aloésol*.

L'*aloésol tétrachloré* [2] se sépare facilement des composés qui l'accompagnent en mettant à profit son insolubilité presque complète dans l'alcool chaud; les aloïnes chlorées sont au contraire très solubles dans ce dissolvant. Le produit brut, de couleur rose, est purifié par cristallisation dans l'acide acétique bouillant, après traitement des solutions au noir animal.

L'aloésol tétrachloré est complètement insoluble dans l'eau. Peu soluble dans l'éther, il se dissout mieux dans le toluène, à chaud, et peut cristalliser de ces deux dissolvants. La solution de carbonate de sodium le dissout à chaud; il en est de même de l'ammoniaque à froid, ainsi que des solutions alcalines caustiques étendues. Il se forme, dans ce dernier cas, des combinaisons qu'un excès d'alcali précipite à l'état de masses gélatineuses, formées d'aiguilles microscopiques. Tandis que les solutions acétiques du composé pur sont incolores, les solutions alcalines sont jaunes; par addition de H^2O^2, elles deviennent rouge vineux.

La solution ammoniacale donne avec $BaCl^2$ un précipité jaunâtre d'une combinaison barytique.

L'acide sulfurique dissout, à froid, l'aloésol tétrachloré sans réaction apparente. L'acide nitrique (densité 1,41) l'attaque, à chaud, avec production d'acide oxalique et de

(1) *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 1179.

(2) Les analyses des corps décrits dans cette Note seront publiées ailleurs.

quinone perchlorée. Il ne se forme pas d'acide picrique, mais le produit de la réaction prend l'odeur suffocante de la chloropicrine. L'aloésol tétrachloré réduit le nitrate d'argent ammoniacal et le permanganate de potassium.

Si l'on verse de l'acide sulfurique sur un mélange d'aloésol tétrachloré et de bichromate de potassium, une réaction violente se déclare; il se dégage des vapeurs rouges d'acide chlorochromique; tout le carbone est transformé en CO^2.

Distillé avec Zn en poudre, l'aloésol tétrachloré ne fournit que des quantités extrêmement faibles d'une huile à odeur d'huile lourde de houille, entraînable par la vapeur d'eau.

L'aloésol tétrachloré obtenu de l'aloès du Cap fond à 267°,7 (corrigé); celui qui est donné par l'aloès de l'Ouganda fond à 268°,9 (corrigé); les deux produits sont donc identiques. Chauffé un peu au-dessus de son point de fusion, ce corps se volatilise, puis cristallise à nouveau par condensation des vapeurs.

L'acétylaloésol tétrachloré $C^{11}H^3(C^2H^3O)Cl^4O^3$, obtenu à l'aide du chlorure d'acétyle, forme des prismes assez volumineux, anhydres, fusibles à 125° (corrigé), qui conservent une légère teinte jaune. Très soluble dans l'acide acétique bouillant, ce corps cristallise par refroidissement des solutions.

Hydroaloésol bichloré $C^{11}H^8Cl^2O^3$. — Ce composé s'obtient en traitant par le zinc la solution de l'aloésol tétrachloré dans l'acide acétique bouillant. Il y a, non seulement remplacement par 2H de 2Cl, mais aussi fixation de deux autres atomes d'hydrogène. L'hydroaloésol bichloré se dépose par refroidissement de la solution acétique. On le purifie dans le même dissolvant. Grains cristallins qui, au microscope, ont l'apparence d'aiguilles incolores, anhydres, fusibles à 275° (corr.), peu solubles dans l'acide acétique froid.

Comme l'aloésol tétrachloré, l'hydroaloésol bichloré se dissout dans l'ammoniaque étendue et dans les alcalis dilués; mais, dans ce cas, les solutions sont incolores. Un excès d'alcali précipite la combinaison sous forme d'aiguilles microscopiques. La solution chaude de carbonate de sodium se comporte de même. L'hydroaloésol bichloré présente plus de stabilité que l'aloésol tétrachloré, lequel perd facilement une partie de son chlore, soit dans les recristallisations, soit par l'action des alcalis étendus. Il ne réduit pas le nitrate d'argent ammoniacal et n'est pas attaqué instantanément par le permanganate de potassium comme il arrive avec l'aloésol tétrachloré.

La combinaison barytique $(C^{11}H^7Cl^2O^3)^2Ba$ prend naissance quand on traite par $BaCl^2$ une solution ammoniacale bouillante d'hydroaloésol bichloré. Elle se dépose sous forme de longues aiguilles incolores, insolubles dans l'eau.

L'hydroaloésol bichloré fournit un dérivé acétylé qui peut être incolore ou coloré en jaune.

L'acétylhydroaloésol bichloré $C^{11}H^7(C^2H^3O)Cl^2O^3$ (variété incolore) s'obtient à l'aide de l'anhydride acétique. Belles aiguilles prismatiques, brillantes, anhydres, très solubles dans l'acide acétique et le chloroforme, moins solubles dans l'alcool, insolubles dans l'eau, fusibles à 150°-151° (corrigé) en un liquide incolore, volatilisable sans décomposition apparente. Son poids moléculaire, déterminé par cryoscopie dans $C^2H^4O^2$, a été trouvé égal à 280; calculé 300.

La variété jaune du corps précédent s'obtient avec le chlorure d'acétyle; ses propriétés sont les mêmes que celles du dérivé incolore, le point de fusion est semblable.

L'hydroaloésol bichloré (variété jaune) se prépare en ajoutant à la solution alcoolique chaude du dérivé acétylé jaune la quantité théorique de Na à l'état d'éthylate. La saponification est instantanée; il se forme un volumineux précipité jaune qu'on purifie par cristallisation dans l'acide acétique. Mêmes propriétés que le dérivé incolore.

Constitution de l'aloésol tétrachloré et de l'hydroaloésol bichloré. — L'existence d'un OH phénolique dans ces deux corps est suffisamment démontrée par la propriété qu'ils possèdent de se dissoudre dans les alcalis et de donner des dérivés monoacétylés.

La transformation de l'aloésol tétrachloré en quinone perchlorée grâce à NO^3H permet d'affirmer que ce corps renferme un noyau benzénique, à la fois bichloré et hydroxylé, sur lequel viendrait se fixer, par un ou deux atomes de carbone, le reste $C^5H^2Cl^2O^2$ de la molécule. C'est la décomposition de ce reste par NO^3H qu fournira les 2 Cl nécessaires à la formation de la quinone chlorée, par un mécanisme analogue à celui que j'ai observé dans la transformation du trichlorophénol OH ( ) Cl (2.4.6), en perchloroquinone, à l'aide de NO^3H additionné de HCl [1].

Je n'ai pas encore déterminé la nature du reste $C^5H^2Cl^2O^2$, mais l'étude des propriétés de l'aloésol tétrachloré permet d'affirmer que ce reste ne renferme aucune des fonctions suivantes : alcool, acide, anhydride d'acide, éther-oxyde, quinone.

L'hydroaloésol bichloré, qui est un corps neutre comme l'aloésol tétrachloré, ne possède aucune des fonctions précédentes. On ne saurait non plus le considérer comme l'anhydride du composé $C^{11}H^{10}Cl^2O^4$, lequel devrait exister dans les combinaisons métalliques. Le dérivé barytique d'un tel corps renfermerait 16,58 pour 100 de Ba au lieu de 20,67 qui fut trouvé. Je continue ces recherches.

CHIMIE TINCTORIALE. — *Fixation de différents dérivés d'un même colorant et explication de la teinture.* Note de MM. **L. Pelet-Jolivet** et **N. Andersen**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note récente, M. Wild et l'un de nous [2] considèrent les solutions de matières colorantes comme des électrolytes à ions disparates. Si cette hypothèse est fondée, une solution de matière colorante pure, sans

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 694.

(2) *Comptes rendus*, séance du 19 octobre 1908, p. 683.

addition d'aucun sel ou acide, jouera, en présence de la laine ou d'un adsorbant convenablement choisi, le rôle d'un électrolyte, et la fixation du colorant se réalisera suivant les règles de l'électrisation de contact ([1]).

Pour étudier cette action des colorants, nous avons préparé quelques dérivés de colorants basiques ou acides; une solution équivalente de chaque composé est ensuite placée en présence d'une même quantité de laine. Nous avons trouvé que le chlorure de safranine teint moins, toutes conditions égales, que le sulfate; celui-ci moins que le phosphate; l'hydrate de safranine donne une teinture comprise entre celles du sulfate et du phosphate.

Pour les colorants acides, le ponceau cristallisé sel de sodium produit des teintures plus claires que celles du ponceau cristallisé sel de magnésium et celui-ci se fixe en quantité plus petite que le sel d'aluminium du même colorant; l'acide du ponceau cristallisé donne une nuance intermédiaire entre celles du ponceau sel de magnésium et le sel d'aluminium.

Il devient maintenant possible de donner une explication rationnelle de la teinture; cette explication confirme d'ailleurs entièrement les vues déjà émises par Freundlich et Loser ([2]) en ce qui concerne les colorants acides et basiques.

Cas des colorants basiques. — La laine, ou un autre adsorbant convenable, plongée dans l'eau pure, s'électrise négativement; en ajoutant un colorant basique $\overset{+}{B} - \overset{-}{x}$, où B représente l'ion organique positif et x l'ion inorganique négatif, l'ion inorganique, plus petit ou plus mobile, s'approche davantage de la laine et augmente la charge négative de ce textile.

La laine ainsi chargée adsorbera l'ion organique positif. Cette adsorption se comprend facilement en admettant que le colorant réagit avec la couche d'ions H et OH qui entoure la particule de l'adsorbant. L'ion organique B se combine à l'ion OH en formant la base colorante, l'ion x s'allie à l'ion H pour former un acide qu'on retrouve en totalité dans le bain.

La quantité de colorant fixé est, pour le même ion inorganique, d'autant plus grande que la vitesse de migration de cet ion est plus rapide (action de la température). Pour des ions inorganiques de nature différente, eur action est conforme aux règles de l'électrisation de contact et de coagulation des colloïdes. L'addition d'électrolytes convenablement choisis au bain de teinture produit des effets de même nature.

La base qui teint le textile n'est pas condensée; elle peut être considérée comme fortement attirée dans les couches immédiatement au contact de l'adsorbant; cette attraction diminue avec l'éloignement; la couche la plus éloignée serait en équilibre

---

([1]) J. Perrin, *Journal Chim. phys.*, t. II, p. 650, et t. III, p. 80.

([2]) *Zeitschrift phys. Chem.*, 1907.

entre la fibre et le bain. Cette hypothèse permettrait d'expliquer le dégorgeage. Une teinture une fois séchée, la solubilité du colorant diminue et la solidité augmente.

Cas des colorants acides. — La laine plongée dans l'eau est négative, mais l'addition du colorant acide $\overset{-}{A} - \overset{+}{m}$, grâce à l'ion inorganique m plus petit que le gros ion organique A, renverse la charge électrique de la laine et change son signe. Cette charge positive du textile est toujours plus petite que la charge négative produite par une quantité équivalente de colorant basique, ce qui explique pourquoi la laine, le charbon fixent moins de colorants acides que de colorants basiques. L'ion métallique M agira suivant les règles de l'électrisation de contact et de coagulation des colloïdes; les ions monovalents K, Na ont une action plus faible que les ions bivalents Ca, Ba, etc., et ceux-ci, plus faible que les ions plurivalents. Les ions H, comme cela est connu, ne suivent pas la règle de la valence.

L'addition d'électrolytes au bain de teinture produira des effets de même nature; les ions positifs plurivalents ou les ions H + activent la teinture, les ions négatifs la paralysent [1].

Dans la teinture par les colorants acides la molécule entière est adsorbée. On peut prévoir le cas d'un colorant acide en solution très diluée dans lequel la concentration de l'ion inorganique sera si faible, que la laine ne pourra pas changer de signe. Dans ce cas le textile ne se teindra pas; toutefois, la teinture se produira par addition d'un acide au bain ou de tout autre électrolyte contenant des ions positifs.

Les colorants directs pour coton en tant qu'électrolytes (sels de sodium) rentrent dans le cas des colorants acides; ils ne présentent de différence que dans la facilité plus grande avec laquelle ils passent à l'état colloïdal, ce qui leur permet de se fixer sur des textiles dont le pouvoir adsorbant est plus faible. Dans ce cas, au lieu de favoriser la précipitation colloïdale par l'addition d'ions métalliques plurivalents (mordançage, etc.), on la retarde par addition de sulfate de sodium (ions SO^4).

Ce que nous venons de dire de la teinture peut s'appliquer, en partie tout au moins, à l'interprétation des phénomènes de mordançage et de la tannerie.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'acide glycocholique.* Note de M. **Maurice Piettre**, présentée par M. Roux.

Depuis les beaux travaux de Strecker sur la bile, peu d'auteurs se sont occupés d'une façon spéciale des acides biliaires au point de vue de la

(1) Pelet et Grand, *Revue mat. col.*, 1907. — Pelet et Andersen, *Comptes rendus*, décembre 1907.

manière de les obtenir, de leur séparation et de leur dégradation moléculaire en acides amidés, glycocolle ou taurine, et en composés ternaires tels que l'acide cholalique.

La plupart des chimistes, Mylius, Latschinoff, Schooten, etc., ont surtout dirigé leurs efforts sur la constitution moléculaire du groupement cholalique cherchant à démontrer la présence de fonctions alcooliques. L'acide cholalique mis en œuvre dans ces travaux était obtenu par l'une des deux méthodes classiques : hydrolyse de la bile en nature ou hydrolyse de l'un ou l'autre des deux acides biliaires (acide glycocholique, acide taurocholique) séparés d'après la méthode de Strecker par l'emploi des acétates neutre et basique de plomb. Nous verrons plus tard que, si ces techniques donnent en gros un produit très voisin (ce qui peut ne dépendre que de la hauteur moléculaire) non azoté, on note cependant des variations assez notables dans ces différentes préparations. Il est donc très intéressant de partir de produits initiaux aussi purs que possible qui permettront leur étude physiologique ou chimique.

I. Dans cette Note, nous étudierons l'acide glycocholique extrait de la bile de porc ou acide hyoglycocholique.

Les vésicules biliaires recueillies aux abattoirs sont vidées de leur contenu quelques heures après. La quantité moyenne de bile, dans ces conditions, est de 9^{cm^3} par organe. Certaines vésicules renferment une boue grisâtre ou le plus souvent jaunâtre, formée de résidus cellulaires ou albumineux et de très fines aiguilles cristallines. Enfin, assez rarement, on ne trouve qu'une masse solide, onctueuse, qui remplit totalement la poche biliaire.

La bile est versée dans une capsule de porcelaine, puis chauffée au bain-marie environ une demi-heure entre 70° et 80°. On agite constamment pour bien mélanger la boue à la partie liquide. Peu à peu la masse devient homogène et l'on obtient une liqueur limpide, d'un beau jaune orangé; la plupart des matières solides se sont dissoutes et il ne reste en suspension que des flocons albumineux qui bientôt se réunissent au fond du récipient. On laisse refroidir, on décante et l'on filtre.

La densité du liquide ainsi obtenu est, en moyenne, $d = 1018$.

On lui ajoute alors goutte à goutte, en agitant très fortement, de la lessive de soude ordinaire. A chaque addition d'alcali, il se fait un trouble blanchâtre qui disparaît bientôt par brassage. On cesse dès que le trouble persiste.

Dans la liqueur apparaissent de très petits flocons soyeux, blanchâtres, qui augmentent rapidement de volume, restent un certain temps en suspension, puis se déposent. L'examen microscopique montre que chaque flocon est formé d'un feutrage très serré de fines aiguilles de glycocholate de soude, flexueuses, agissant fortement sur la lumière polarisée.

On décante les eaux mères; le précipité cristallin est ainsi isolé.

Ce traitement de la bile est renouvelé plusieurs fois, ordinairement cinq à six fois. Chaque nouvelle opération donne une production de substance cristallisée.

Lorsque la densité de la liqueur est devenue $d = 1112$ à $d = 1115$, on n'obtient plus de cristallisation.

Les diverses récoltes de cristaux sont réunies, dissoutes dans un volume convenable d'eau distillée chaude, puis soumises à des cristallisations fractionnées. Dès la troisième opération, on obtient un beau produit parfaitement blanc. Les filtrations doivent être faibles sous faible vide, à cause de la finesse des cristaux; elles exigent l'emploi d'un double filtre en toile et en papier.

Cette méthode donne des rendements excellents. On isole aisément 60 pour 100 de l'acide glycocholique de la bile du porc; avec des soins on peut porter ce rendement à 75 pour 100.

Elle permet d'éviter l'entraînement d'autres acides biliaires, en particulier de l'acide taurocholique, qui se produit toujours avec les procédés devenus classiques à l'acétate de plomb, au perchlorure de fer ou à l'alun, etc.

La physiologie peut ainsi compter sur un corps défini pour étudier une des fonctions les plus importantes de l'organe hépatique, la sécrétion biliaire.

II. On obtient l'acide glycocholique en dissolvant son sel alcalin dans de l'alcool méthylique et versant par petites quantités cette solution dans un grand volume d'eau distillée tiède, additionnée de 10 pour 100 d'acide chlorhydrique pur et constamment agitée.

L'acide précipite en très fines particules qui bientôt se rassemblent en une pâte blanche, molle, se laissant étirer à chaud en longs filaments soyeux.

L'acide glycocholique est une substance blanche, sans odeur, de saveur à peu près nulle quand il est pur; il craque sous la dent en donnant l'impression d'une véritable résine. L'amertume signalée par les auteurs tient à la présence de traces d'acides biliaires et surtout d'acide taurocholique. Il est neutre au tournesol.

Il fond à 150° en se ramollissant.

En solution éthylique, son pouvoir rotatoire spécifique est $\Delta_\delta = +4°,57$ pour des concentrations voisines de 4^g et son pouvoir rotatoire moléculaire $= +21°54'$.

III. *Analyse :*

	C.	H.	N (Kjeldahl).	N (Dumas).
I	68.31	9,37	2,69	2,75
II	68,64	9,44	2,72	2,70

correspondant à la formule brute $C^{27}H^{45}NO^6$.

Soumis à l'hydrolyse, les résultats varient suivant les méthodes :

Avec l'acide sulfurique on obtient des chiffres très concordants en glycocolle.

Sur 15^g d'acide glycocholique en solution acétique, au bain d'huile à 135° pendant 10 heures, on a :

Concentrations (SO^4H^2).	10.	20.	30.	50.
Glycocolle	$1^g,75$	$1^g,72$	$1^g,74$	$1^g,73$

En solution barytique, l'attaque est le plus souvent incomplète.

Dans les eaux, on ne retrouve qu'une faible quantité de glycocolle : $0^g,85$, $0^g,80$, $0^g,83$ dans trois expériences, et l'acide cholalique est mêlé d'acide glycocholique non hydrolysé.

Avec les alcalis caustiques, il ne se produit aucune action à la pression normale; sous pression l'attaque est complexe et dépasse les limites d'une simple hydrolyse.

IV. Au point de vue biologique nous avons recherché, en collaboration avec M. G. Levêque, le pouvoir toxique du glycocholate de soude.

Chez les animaux supérieurs, la toxicité varie suivant la voie d'introduction.

Pour le cobaye, par exemple, la dose toxique est de 0,14 par 100^g d'animal, après injection intra-péritonéale, et de 0,18 par la voie sous-cutanée.

Les êtres inférieurs sont très sensibles.

Des lymnées (*lymnea palustris* et *limosa*), des planorbes (*planorbis cornua* et *umbellata*) meurent en 3 jours dans une solution à 1,66 pour 1000 de glycocholate de soude.

Des sangsues (*hirudo medicinalis* et *glossiphonia*) sont tuées en 4 jours dans une solution à 5 pour 1000.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les propriétés colloïdales de l'amidon et sur l'unité de sa constitution.* Note de M. **Eugène Fouard**, présentée par M. Roux.

Dans une Communication précédente [1] j'ai indiqué que l'amidon d'une pseudo-solution à gélification réversible, filtrée à travers une membrane de

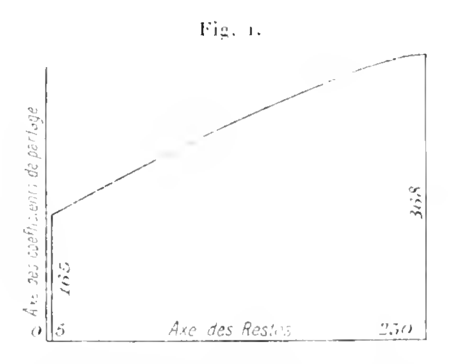
[1] Voir *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 285.

collodion, se divise en deux parties distinctes : l'une extraite à l'état de solution parfaite, l'autre restant immobilisée dans l'état colloïdal.

I. Cette différenciation engendre le problème suivant : les deux fractions isolées réalisent-elles une scission entre divers composants définis, solubles et insolubles, juxtaposés dans l'amidon? Ou bien ne sont-elles que des formes physiquement dissemblables d'une seule et même substance?

Pour préciser ce point, j'ai accompli le fractionnement progressif d'un poids de 250^g d'amidon, par filtration aseptique de sa pseudo-solution à 5 pour 100 sur des membranes d'un même collodion type. J'ai mesuré le pouvoir rotatoire spécifique (α_D) de l'amidon dissous et son *coefficient de partage*, fraction en millièmes du taux total de 5^g que représente l'extrait

Fig. 1.



pour 100 du filtrat. L'abaissement du rendement des filtres, par suite de la gélification spontanée, nécessite un retour périodique du résidu colloïdal à la fluidité et à la dilution d'origine. Les périodes successives de ce traitement, repérées par les mesures décrites, donnent chacune une ligne de nombres du présent Tableau, et les éléments d'une courbe reliant le poids d'amidon de chaque reste à son coefficient de partage :

Reste colloïdal.	Taux pour 100 du filtrat.	Coefficient de partage.	Valeurs de (α_D).
250^g	1^g,842	368	184°,3
163,7	1,604	320	184,4
51,3	1,070	214	184,4
21,8	0,865	173	184,3
14,9	0,850	170	184,2
10,1	0,841	168	184,2
5	0,825	165	184,3

S'il existait un résidu fixe insoluble, son coefficient de partage étant nul,

la courbe couperait l'axe des restes; celle de l'expérience ne le rencontre pas, du moins jusqu'à l'extrême limite où elle s'arrête. Cependant, la variation descendante du coefficient de partage montre un état variable de la matière des restes consécutifs, et la constance du nombre (α_D) révèle l'uniformité d'un terme de dissolution du colloïde.

II. L'observation d'une inertie croissante des derniers restes du fractionnement, dans leur gélification spontanée, précise les conclusions précédentes.

On sait que la vitesse de cette transformation dépend de l'acidité minime présente (¹), vestige des phosphates minéraux de l'amidon. Or, l'exemple type ci-dessous prouve une répartition inégale des acides du colloïde, exprimés en grammes d'acide phosphorique par kilogramme d'amidon de chacune de ses parties, séparées par une membrane de collodion :

Acidités.	Colloïde total.	Filtrat.	Résidu colloïdal.
Au méthylorange	$1^g,40$	$1^g,67$	$0^g,82$
A la phénolphtaléine	$2^g,18$	$2^g,61$	$1^g,90$

L'acidité perdue par la fraction colloïdale, surtout sensible au méthylorange, indicateur de l'acide libre, s'est déversée dans la solution parfaite; donc, elle diminue dans les restes successifs, ainsi que leur coefficient de partage.

Mais l'acidification des phosphates du colloïde n'a été que partielle dans la purification primordiale (¹), et le dernier reste, presque neutre, contient les sels échappés à la déminéralisation de l'amidon total; le même traitement (¹), renouvelé sur ce résidu, y fait apparaître, en effet, une double acidité de $1^g,64$ et $2^g,60$ d'acide PO^4H^3 par kilogramme de son amidon, contrôlée par un dosage ultérieur de phosphore dans ses cendres.

Avec le départ des bases, le coefficient de partage du dernier reste se relève de $\frac{165}{1000}$ à $\frac{363}{1000}$, égal à celui du colloïde entier; l'amidon de son filtrat présente toujours le même pouvoir rotatoire et peut reprendre, par le processus connu (²), la forme primitive de colloïde gélifiable. Alors disparaît toute distinction entre le dernier reste et l'amidon total, base de l'hypothèse de pluralité. Ainsi s'affirme la conclusion synthétique : *L'amidon est une*

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 501.
(²) Voir *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 978.

espèce chimique unique, susceptible d'une transformation physique, totale et réversible, vers un état de solution parfaite.

Mais de cette démonstration surgit le rôle capital du milieu salin, siège d'une force de liaison dont les ions H^+ sont les antagonistes. L'amidon est donc la forme variable de concrétion d'une seule molécule élémentaire, dépendant de la réaction du plasma ambiant; celle-ci varie sous diverses influences, telles que l'âge de la cellule de localisation, modifiant la perméabilité osmotique de sa membrane; elle produit les divers agrégats moléculaires, de résistance variable, reconnus dans les couches superposées du grain naturel. C'est ce qui explique la multitude des spécifications relatives à l'amidon, différentes avec chaque auteur, différentes avec chaque méthode de désagrégation de cet édifice complexe.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'Oïdium du Chêne.* Note de M. **Paul Hariot**, présentée par M. Bornet.

J'ai signalé pour la première fois l'*Oïdium* du Chêne en France à la fin de l'année 1907 (*Bulletin de la Société mycologique de France*, 1907, p. 157). Cette année-là il avait fait son apparition vers le mois de juillet sur quelques points seulement, particulièrement dans le Centre, l'Ouest et aux environs de Paris. Depuis on l'a signalé à peu près dans tous les départements. Tardif en 1907, l'*Oïdium* du Chêne a paru en 1908 dès le milieu du mois de mai, environ quatre mois plus tôt que l'année précédente. Tout d'abord localisé dans les taillis d'un an, il a envahi les taillis plus âgés et il n'est pas rare de le rencontrer sur des arbres dont il attaque les feuilles de l'extrémité des rameaux.

Quelle est la cause de l'extension considérable qu'a prise ce parasite? En 1907, l'apparition de l'*Oïdium* du Chêne semble avoir coïncidé dans certaines parties de la France avec des vents prédominants et prolongés de Nord-Est et paraît avoir été favorisée par la sécheresse persistante.

Des plantations faites sur les pentes d'un vallon présentaient cette particularité que le versant ouest avait profondément souffert, tandis que le versant est et le fond du vallon étaient sensiblement moins attaqués. Des observations de ce genre ont été faites dans l'Yonne par M. Fliche et dans la forêt de Compiègne par M. le professeur Mangin. Il est à remarquer que les Erysiphacées ont été particulièrement abondantes en Champagne pendant

les automnes très secs de 1906 et de 1907. Peut-on invoquer la même raison en 1908? Il n'est guère possible de le faire, les conditions climatériques ayant été toutes différentes.

L'*Oïdium* du Chêne a agi de façon désastreuse en 1908 et causé de véritables dégâts dans les taillis de 1 à 4 ans.

Tous les Chênes indigènes peuvent être attaqués, qu'ils aient les feuilles marcescentes: *Quercus pedunculata, sessiliflora* et sa variété *pubescens, Toza, Cerris;* ou le feuillage persistant : *Quercus Ilex, coccifera* (renseignement communiqué par M. Foëx, *Suber* (cultivé dans un parc du département de l'Orne d'après M. Lemée). Mais les diverses espèces ne le sont pas également. Les *Quercus Toza* et *pedunculata* ont tout particulièrement souffert tandis que le *Quercus sessiliflora* a été moins endommagé dans l'ouest de la France, d'après M. Bureau. Les *Quercus coccifera* et *Suber* n'ont été que très peu atteints.

Les Chênes américains ont peu souffert: la plupart du temps ils ont même été épargnés. M. le professeur Mangin a vu, dans le Jura, des exemplaires de *Quercus rubra* absolument indemnes au milieu de Chênes indigènes malades. M. Lapeyrère a fait la même constatation dans les Landes et m'écrivait récemment : *J'ai vainement essayé de propager la maladie sur les Chênes d'Amérique en secouant à plusieurs reprises des branches malades venant des Chênes voisins et je sais une allée où ils alternent avec des Chênes pédonculés qui sont tous très fortement atteints.*

Quelle est l'origine de l'*Oïdium* du Chêne? Faut-il croire à une importation comme pour l'*Oïdium* de la Vigne ou pour celui de l'*Evonymus Japonicus?* C'est l'opinion exprimée avec réserve toutefois par M. Gard qui, en juillet 1908, a publié une Note intéressante sur ce redoutable parasite; par MM. Griffon et Maublanc (août 1908). L'immunité à peu près absolue dont jouissent les Chênes américains plantés en France ne me semble pas corroborer cette opinion.

D'ailleurs, la présence de l'*Oïdium* du Chêne en France est-elle bien nouvelle? Des naturalistes dignes de foi m'ont affirmé que ce champignon avait déjà été observé il y a un certain nombre d'années, mais toujours en petite quantité.

L'*Oïdium* du Chêne doit être rapporté à l'*Oïdium quercinum* Thümen, signalé dans le Portugal sur le *Quercus racemosa*. Jusqu'ici on n'en a pas encore vu les périthèces.

On a signalé sur les Chênes des Érysiphacées appartenant aux genres *Phyllactinia* et *Microsphæra*. Le genre *Phyllactinia* doit être écarté, comme pouvant produire l'*Oïdium* du Chêne, en raison même des caractères tout spéciaux que présentent ses conidies. C'est à lui qu'il faut rapporter l'*Ery-*

siphe Quercus Mérat (¹) et, d'après Léveillé (*Ann. des Sciences natur.*, 1851, t. XV, p. 148), l'*E. Ilicis* Cast. et l'*E. Roboris* Gachet, dont j'ai pu voir des échantillons authentiques.

Reste le genre *Microsphæra*. Aux États-Unis, on rencontre assez fréquemment sur les Chênes les *M. quercina*, *densissima* et *abbreviata* que M. Salmon, monographe des Érysiphacées, a réunis au *M. Alni*. Ce dernier paraît être fort rare en Europe sur le Chêne. Je ne l'ai encore vu que des environs de Genève.

En 1907 j'ai émis l'hypothèse (*Bull. Soc. mycol. de France, loc. cit.*) que l'*Oïdium* du Chêne pouvait être considéré comme la forme conidienne du *Microsphæra Alni*. Mais, tant que la forme parfaite n'aura pas été rencontrée, il n'y aura que supposition et il sera impossible de se prononcer avec certitude.

Je signalerai, en terminant, la présence d'un *Oïdium*, qui me semble identique, sur le Hêtre. M. le professeur Mangin l'a rapporté du Jura et M. Lemée me l'a envoyé des environ d'Alençon.

PALÉONTOLOGIE. — *Découverte de la houille à Madagascar par le capitaine Colcanap.* Note de M. **Marcellin Boule**, présentée par M. Albert Gaudry.

Le 2 mars 1908 j'ai eu l'honneur d'exposer à l'Académie les premiers résultats des recherches paléontologiques effectuées, dans les terrains de base de la série sédimentaire du sud-ouest de Madagascar, par un correspondant du Muséum, M. le capitaine Colcanap.

L'étude d'un petit Reptile fossile apparenté aux formes permiennes du continent européen et d'une empreinte de feuille de *Glossopteris* m'avait permis alors d'affirmer l'existence, plusieurs fois discutée, de terrains primaires à Madagascar. J'ajoutais : « Comme l'ensemble de la formation est d'origine continentale, qu'on y observe des débris d'une antique végétation, on peut espérer y trouver des amas de combustibles comme ceux de l'Afrique du Sud. Le problème de la houille, si important pour notre grande colonie, où

(¹) La description donnée par Mérat est aussi peu précise que possible : *granules noirs, sphériques, distants, un peu comprimés au sommet, sans apparence de* capillitium *à la base* (Mérat, *Revue de la Flore parisienne*, 1843, p. 459).

il n'a guère occasionné jusqu'à présent que des déboires, se pose cette fois d'une façon rationnelle. »

Je suis aujourd'hui en mesure, grâce aux nouvelles recherches faites à ma demande par M. Colcanap, d'annoncer à l'Académie la découverte de couches de houille de $0^m,30$ à $0^m,50$ d'épaisseur à leurs affleurements. Ces couches font partie d'un système détritique occupant le bassin du haut Onilahy (Mangoky), aux environs de Bénénitra. Notre savant et dévoué correspondant m'a adressé une Carte géologique de la région. Il confirme l'analogie des dépôts de Madagascar avec ceux de l'Afrique australe : c'est ainsi qu'il existe, près de Bénénitra, des conglomérats de base, avec des blocs énormes identiques à ceux décrits par Molengraaf dans le Transvaal. M. Colcanap m'annonce en outre l'envoi d'une caisse d'échantillons du combustible découvert par lui, ainsi que de nouveaux fossiles recueillis dans les couches voisines. L'importance de cette découverte peut être considérable pour l'avenir économique de Madagascar.

Pour le moment, l'Académie me permettra d'insister sur le fait que cette découverte pratique n'est que la conséquence logique d'une série de données dues à la Paléontologie, que l'on considère trop souvent comme une science purement spéculative.

M. L. **Thouveny** adresse une Note intitulée : *Formules et applications relatives au vol à voile.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

Rapport fait, au nom de la Commission de la télégraphie sans fil de l'Académie des Sciences, par M. **Bouquet de la Grye.**

Depuis la découverte des ondes hertziennes et des moyens de les utiliser, l'envoi des dépêches par la télégraphie sans fil a fait de tels progrès que des signaux sont échangés journellement entre le Canada et l'Islande, entre la tour Eiffel et le Maroc.

Ces progrès ont suscité de vastes espoirs et il était naturel qu'on ait songé à envoyer aux navires en mer l'heure d'un premier méridien pour fixer la longitude de leur position.

Cette question de la détermination des longitudes en mer est en effet des plus importantes; elle est liée directement à la sécurité de la navigation.

Aussi a-t-on essayé de la résoudre de plusieurs manières et tout d'abord par l'observation des phénomènes astronomiques.

Si l'on note par exemple l'occultation d'une étoile par le bord de la Lune ou la distance de ce bord à celui du Soleil en notant l'heure du lieu de ces observations, en regardant ensuite dans les éphémérides astronomiques l'heure à laquelle correspond cette distance ou cette occultation dans le lieu où a été calculée l'éphéméride, la différence des heures donne celle des méridiens.

Les distances lunaires en mer, les culminations à terre, en plus des occultations, ont été longtemps les seuls procédés indiqués pour avoir un des éléments d'une position sur le globe terrestre, et pendant deux siècles les astronomes se sont ingéniés pour en augmenter l'exactitude.

Plus tard, c'est-à-dire au commencement du XVIIIe siècle, des perfectionnements dans la marche des montres marines, auxquels s'intéressa directement l'Académie des Sciences, fournirent un nouveau moyen d'avoir les longitudes, en permettant, toutes corrections faites, de conserver à bord pendant un certain temps l'heure d'un premier méridien.

Aujourd'hui, c'est l'unique moyen d'avoir la longitude en mer, les distances lunaires ayant cessé d'être publiées dans notre *Connaissance des Temps* et dans les autres grands éphémérides.

C'est ici que peut intervenir très utilement la télégraphie sans fil.

Déjà, en 1903, M. Augustin Normand proposait de placer près des grands ports des stations chargées d'envoyer l'heure aux navires en mer, procédé qui a été indiqué à nouveau au commencement de cette année par notre confrère M. Guyou, au Bureau des Longitudes.

M. Normand, en 1903, ne pensait pas qu'on pût envoyer des signaux à une distance supérieure à 300 milles. M. Guyon savait, par les expériences faites avec Casablanca, que cette distance pourrait être portée à 1000 milles marins, mais même avec une telle distance, pour couvrir l'étendue des mers, comme le font les phares sur nos côtes, il faudrait installer une trentaine de stations, et pour qu'elles puissent donner la même heure méridienne, elles devraient être accompagnées de trente observatoires avec la presque certitude d'une confusion dans les signaux.

Il en serait tout autrement si une seule station pouvait rayonner sur tout le globe, et les essais faits à la tour Eiffel, s'ils n'assurent pas un tel résultat, semblent mettre sur la voie de son accomplissement.

Si, en effet, avec une antenne de 300^m de hauteur, on a pu lancer des signaux à une distance de 1000 milles, à laquelle ne pourra-t-on arriver si la hauteur est décuplée? L'amiral Gaschard pense pouvoir, de la tour Eiffel, couvrir tout l'océan Atlantique. M. Becquerel estimait, de son côté, qu'une station mondiale était admissible. N'y a-t-il donc pas utilité à poursuivre des essais en commençant par la tour Eiffel et d'essayer d'envoyer de ce premier poste des signaux au Sénégal, puis aux rivières du Sud, au Gabon et enfin à Tananarive?

Nous disons *envoyer* et non pas *recevoir*, car ces ondes auraient une énergie qui manquerait au retour. Si les appareils d'envoi sont très coûteux, il en est autrement de ceux de réception.

L'émission de ces signaux précédés d'un avertissement serait fait à minuit, heure à laquelle la transmission est la plus facile et elle consisterait en cinq tops espacés d'une seconde de temps.

En ce qui concerne l'approximation de la longitude en mer, elle ne pourrait dépasser celle de l'heure observée à bord, c'est-à-dire 3 secondes de temps, ce qui serait suffisant pour les besoins de la navigation, mais à terre ces tops pourraient être reçus dans des observatoires de fortune, et comme ils pourraient être répétés, on arriverait à une approximation de $\frac{1}{10}$ de seconde qui est, pour les longues distances, supérieure à ce qu'on obtient avec la télégraphie ordinaire.

La Commission de l'Académie avait, dans une première séance, demandé l'avis du Bureau des Longitudes qui, tout d'abord, avait discuté l'emploi des ondes hertziennes. Cet avis a été ainsi exprimé : « Le Bureau émet l'avis qu'un service de signaux horaires soit installé à titre d'expérience le plus tôt possible à la tour Eiffel dans le but de servir à la détermination des longitudes. »

La Commission de l'Académie adhère à ce vœu et demande qu'il soit transmis aux ministères de la Marine et de la Guerre, tous deux intéressés à cette question.

Notons que le dernier Congrès géographique, tenu récemment à Genève, avait adhéré d'avance à ce vœu.

La Section d'Anatomie et de Physiologie, par l'organe de M. *Edmond Perrier*, représentant son doyen empêché, présente la liste suivante de candidats à la place vacante par suite du décès de M. *A. Giard :*

En première ligne, par ordre alphabétique . . . MM. **Henneguy.**
Marchal.

En deuxième ligne, par ordre alphabétique . . . MM. **Houssay.**
L. Joubin.

En troisième ligne, par ordre alphabétique . . . MM. **Caullery.**
Gravier.
Charles Janet.
Mesnil.
Pizon.
Trouessart.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures et demie.

Ph. v. T.

ERRATA.

(Séance du 21 septembre 1908.)

Note de M. *Carl Störmer*, Sur une forme particulière à laquelle on peut réduire les équations différentielles des trajectoires des corpuscules électrisés dans un champ magnétique :

Page 528, ligne 7 en remontant, *au lieu de* V = const. et W = const., *lisez* U = const. et W = const.

Page 530, ligne 2, *au lieu de* $T(q_2, q_3) = 0$, *lisez* $F(q_2, q_3) = 0$.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 NOVEMBRE 1908.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, annonçant à l'Académie le décès de M. *A. Ditte*, s'exprime en ces termes :

Mes chers Confrères, nous sommes toujours cruellement frappés. Chaque semaine nous apporte de nouveaux deuils, à nous comme aux autres classes de l'Institut.

Nous ne verrons plus cette grave, calme, discrète, honnête figure de Ditte que nous étions certains de retrouver à chacune de nos réunions. Il n'a pas manqué à une seule de nos séances jusqu'au jour où la maladie l'a terrassé. Nous ne l'entendrons plus apportant au bureau, en quelques mots sobres et étudiés, l'exposé soit de ses recherches, soit des travaux que lui confiaient des savants étrangers à l'Académie.

Il appartenait par son œuvre à cette Chimie des métaux qui a honoré le milieu du siècle dernier et qui compte encore parmi nous un illustre représentant. Il s'était engagé dans la voie que lui avait ouverte H. Sainte-Claire Deville. Il a poursuivi avec une constance admirable l'étude des dissociations, ne l'abandonnant jamais, s'en écartant en apparence, pour un instant, mais y revenant toujours, toujours avec la même fidélité, la même patience, la même probité. Il était, dans le monde de la Science, la personnification du travail austère; il était chez nous la bienveillance et la courtoisie; il était au dehors, je le sais, l'abnégation et la bonté même.

Je suis l'interprète de tous mes Confrères en disant le chagrin que nous cause sa perte.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome L (2e série) des *Mémoires de l'Académie* est en distribution au Secrétariat.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de la réaction de l'amidure de sodium sur les cétones.* Note de MM. **A. Haller** et **Ed. Bauer.**

Parmi les produits qui se forment dans l'action de la benzophénone sur le camphre sodé préparé en chauffant, au sein d'un dissolvant, de l'amidure de sodium avec le camphre, nous avons souvent isolé, outre le diphénylméthylènecamphre [1], de l'acide benzoïque, voire même de la benzamide. La présence de ces deux derniers composés ne pouvait être attribuée qu'à une action secondaire de l'amidure de sodium, non touché par le camphre, sur la benzophénone.

Nous avons donc cherché à nous rendre compte de ce qui se passe quand on fait agir de l'amidure pulvérisé directement sur certaines cétones aromatiques dissoutes dans des solvants neutres comme l'éther, la benzine, le toluène et leurs homologues.

Benzophénone. — Quand on chauffe à l'ébullition une solution benzénique ou toluénique de benzophénone avec de l'amidure de sodium, on observe tantôt la formation d'un abondant précipité blanc précédée ou non d'une coloration bleue intense, tantôt la dissolution lente de l'amidure de sodium suivie ou non de la séparation d'un dépôt.

Disons tout de suite que la coloration bleue observée est, sans aucun doute, due à l'action de petites quantités de sodium, retenues par l'amidure, sur la benzophénone, car de l'amidure exempt de métal alcalin ne donne pas de coloration avec cette cétone, tandis que le sodium seul chauffé avec une solution benzénique de benzophénone provoque l'apparition d'une coloration bleu verdâtre.

Nous devons signaler une observation analogue faite récemment par M. Paul Schorigin [2], dans le traitement de la benzophénone par du sodium et les iodures alcooliques.

Comme le milieu dans lequel nous opérons ne renferme aucun élément halogène, nous ne saurions nous rallier aux diverses interprétations données sur les causes éventuelles de ce phénomène de coloration, observé d'ailleurs aussi dans la réaction de Wurtz et Fittig.

Ainsi que nous l'avons signalé, l'amidure de sodium, chauffé avec de la benzophénone au sein d'un carbure aromatique, tantôt donne lieu à la

---

(1) A. Haller et E. Bauer, *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 971.

(2) Schorigin, *Ber. deut. chem. Ges.*, t. XLI, p. 2712.

formation d'un abondant précipité blanc, tantôt se dissout et ne fournit qu'un léger dépôt.

Une série d'expériences nous a montré que le précipité se forme surtout quand on n'opère pas dans un milieu absolument anhydre. Il suffit, en effet, quand il tarde à apparaître, d'ajouter au liquide quelques gouttes d'eau pour déterminer son apparition.

La réaction dure de 1 à 4 heures; on l'arrête quand le précipité n'augmente plus. On laisse refroidir et l'on essore. Le produit décomposé par l'eau fournit de la benzamide mélangée d'un peu d'acide benzoïque. Il suffit de dissoudre le tout dans de l'eau ammoniacale pour avoir de la benzamide pure.

Au lieu d'essorer le précipité on peut aussi traiter le tout par de l'eau. Dans ce cas l'acide benzoïque passe dans la solution aqueuse tandis que la benzine retient la benzamide. L'évaporation du carbure permet alors d'obtenir l'amide exempte d'acide benzoïque, mais toujours mélangée de petites quantités de benzophénone.

On peut représenter la réaction par la formule suivante :

$$(1)\qquad C^6H^5.CO.C^6H^5 + NH^2Na = C^6H^5.C\begin{matrix}ONa\\ -C^6H^5\\ NH^2\end{matrix}$$

$$(2)\qquad C^6H^5.C\begin{matrix}ONa\\ -C^6H^5\\ NH^2\end{matrix} + H^2O = C^6H^5.CONH^2 + C^6H^6 + NaHO.$$

Si l'on opère en milieu parfaitement anhydre, avec un amidure fraîchement préparé et parfaitement pur, on observe une dissolution de l'amidure sans aucune précipitation. En filtrant rapidement à chaud et en laissant reposer la solution pendant la nuit, on constate la séparation d'une abondante croûte cristalline constituée par un dérivé sodé et amidé de la benzophénone auquel l'analyse permet d'assigner la formule $C^6H^5C\begin{matrix}\diagup ONa\\ -C^6H^5.\\ \diagdown NH^2\end{matrix}$

Traité par l'eau, ce composé fournit les quantités théoriques de soude et d'ammoniaque et régénère intégralement la benzophénone

$$C^6H^5C\begin{matrix}NH^2\\ -C^6H^5\\ ONa\end{matrix} + H^2O = C^6H^5.CO.C^6H^5 + NaHO + NH^3$$

p-tolylphénylcétone. — Il était intéressant de s'assurer dans quel sens se dédoublerait les cétones non symétriques.

Traitée dans les mêmes conditions que la benzophénone, la *p*-tolylphénylcétone fournit un mélange à peu près équivalent de benzamide et de *p*-toluylamide, si le milieu dans lequel on opère n'est pas complètement sec.

On sépare facilement les deux amides en se basant sur la différence de solubilité, la benzamide étant plus soluble dans l'eau que son homologue supérieur.

Anisylphénylcétone. — Comme la *p*-tolylphénylcétone, l'anisylphénylcétone donne lieu à la formation des deux amides anisique et benzoïque.

Il semble toutefois qu'il se forme un peu plus de la première que de la seconde.

Fluorénone. — Cette cétone, chauffée au sein du toluène avec de l'amidure de sodium, donne quantitativement et du premier jet l'amide de l'acide diphénylorthocarbonique, fondant à 177° :

$$\begin{matrix} C^6H^4 \\ C^6H^4 \end{matrix} CO + NH^2Na + H^2O = \begin{matrix} C^6H^4 - CONH^2 \\ C^6H^5 \end{matrix} + NaHO.$$

Cette amide, étant difficilement saponifiable, n'est pas souillée par de l'acide comme dans les cas qui précèdent.

Cette réaction semble donc générale pour toutes les cétones aromatiques. Elle ne réussit cependant pas avec l'anthraquinone.

Nous l'étudions actuellement sur des cétones mixtes ainsi que sur des dicétones.

Elle peut être assimilée, dans une certaine mesure, à celle observée par M. Semmler avec la fénone.

MINÉRALOGIE. — *Le mode de formation du Puy de Dôme et les roches qui le constituent*. Note de M. **A. Lacroix**.

J'ai essayé récemment [1] de généraliser mes observations sur le mode de formation du dôme de la Montagne Pelée et recherché la trace de mécanismes analogues dans la genèse de quelques montagnes volcaniques.

Je me suis proposé, au cours de l'été dernier, de préciser la question en ce qui concerne le Puy de Dôme. Le nouveau chemin de fer, entaillé dans ses parois, fournit une longue coupe qui, pour n'avoir entamé que l'épiderme de la montagne, n'en est pas moins instructive.

On sait depuis longtemps que le Puy de Dôme est constitué à la fois par des affleurements de roches continues et par des produits incohérents; il

(1) *La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904, p. 158; *La Montagne Pelée après ses éruptions*, 1908, p. 58.

y avait intérêt à fixer tout d'abord les relations mutuelles de ces deux manières d'être de la dômite.

Il résulte de mes nouvelles observations que ces manières d'être doivent être distinguées l'une de l'autre, aussi bien au point de vue génétique que minéralogique. Il existe un dôme formé à la façon de celui de la Martinique; il est recouvert par des produits de projection postérieurs, rejetés par de grandes explosions.

Le dôme. — Je désignerai dorénavant sous le nom de *phase peléenne* la partie de l'histoire d'un dôme volcanique limitée à la production des phénomènes qui ont caractérisé l'éruption de la Montagne Pelée en 1902-1905, c'est-à-dire à l'édification d'une ossature continue de roches volcaniques, par extrusion du magma, soit à l'état visqueux, soit à l'état solide; les deux mécanismes pouvant se combiner. La roche continue est peu à peu et partiellement ensevelie sous ses débris, mis en liberté par écroulement (continuité de la poussée interne et refroidissement) ou par fracture violente (explosions peléennes). Les projections vulcaniennes normales ne jouent qu'un rôle effacé ou même nul dans la production d'un semblable édifice.

L'ossature du Puy de Dôme est bien constituée par un dôme de ce genre; on y voit en effet des portions continues de trachyte, qui ne sont autres que ces arêtes rocheuses, précipitueuses, caractérisant la topographie de la montagne. Sur les pentes de ces rochers se rencontrent des brèches d'écroulement, à structure chaotique, formées par des blocs anguleux de toute taille, réunis par des fragments menus et par de la poussière de même composition.

La caractéristique de cet ensemble consiste dans sa remarquable homogénéité pétrographique. On n'y trouve pas de débris du sous-sol, ou tout au moins je n'en ai pas observé moi-même.

Les couches de projection. — Ce dôme peléen, que par analogie on doit supposer avoir été dépourvu de cratère permanent au moment de sa formation, est recouvert du sommet à la base, partout où la pente le permet, par une couche épaisse de ponces d'un blanc jaunâtre, constituées par des fragments entassés, laissant entre eux des intervalles vides, dans lesquels ne se trouve souvent que peu ou pas de poussière fine. L'hétérogénéité de ces couches ponceuses est frappante; à côté des ponces trachytiques, en effet, abondent tous les types possibles de bombes vulcaniennes trachytiques (bombes en croûte de pain à centre ponceux et surtout blocs simplement fissurés par retrait sur toutes leurs faces), des blocs anguleux simplement

brisés de trachyte et de brèches ignées trachytiques, enfin des fragments d'une roche volcanique plus ancienne (basalte) et des débris du substratum non volcanique (granite, schistes métamorphiques, etc.).

La nature et la disposition de ces matériaux ne laisse aucun doute sur leur mode de mise en place. Ils ont été accumulés par des explosions; non point par des explosions ouvrant une porte aussitôt obturée dans les flancs d'un dôme dépourvu de cratère (rupture et pulvérisation de lave récente déjà consolidée), comme celles qui se sont certainement produites au cours de l'édification du dôme ([1]), mais par des explosions produites à l'ouverture d'un cratère et entraînant non seulement du magma neuf (les ponces, les bombes à centre ponceux), mais des débris de la cheminée et des portions du même magma consolidées dans celle-ci (les blocs anguleux de trachyte, les bombes simplement fissurées, les brèches ignées), et enfin des débris du vieux sol. L'étude minéralogique intime de ces divers produits permettra de préciser.

Ces deux formes distinctes de dynamisme : émission d'un dôme minéralogiquement homogène et projections violentes de matériaux hétérogènes, sont-elles le résultat des phases successives d'une seule et même éruption, ou bien ont-elles caractérisé des paroxysmes distincts? A cette question, il paraît possible de répondre à l'aide d'arguments géologiques et d'autres minéralogiques.

Partout où les deux formations sont en contact, il existe à la base des ponces une couche noirâtre, paraissant être un vieux sol végétal, et dans lequel MM. Brunhes et David m'ont signalé l'existence de débris de charbon de bois, dont ils m'ont donné des échantillons; il semble donc que le dôme était couvert de végétation, quand se sont produites les projections ponceuses, et que, par suite, un intervalle de temps assez long a dû s'écouler entre son édification et les phénomènes explosifs.

L'étude minéralogique montre en outre qu'il existe des différences notables entre les matériaux du dôme et ceux des couches ponceuses. Il n'y a rien à ajouter à la description minéralogique générale des dômites, donnée jadis par M. Michel Lévy ([2]) : trachytes à microlites d'orthose, associés à des phénocristaux d'orthose et d'anorthose (avec un peu de plagioclases) et, en moindre quantité, de biotite et de hornblende, avec accessoirement un peu de magnétite, d'apatite et de zircon. Mais il est possible d'établir quelques variétés particulières parmi ces dômites et de montrer qu'aucune d'entre elles n'est distribuée d'une façon quelconque dans la montagne.

Tout ce qui constitue le dôme proprement dit est formé par un *trachyte à biotite*, dépourvu de hornblende, d'une cristallinité médiocre. L'abondance de la tridymite est constante. J'appellerai l'attention sur une variété

([1]) Les produits mis en liberté par ces explosions doivent se confondre avec celles des brèches d'écoulement, riches en poussière fine.

([2]) *Bull. Soc. géol. France*, t. XVIII, 1890, p. 716.

de cette roche, qui peut prêter à confusion : il s'agit d'un type friable, s'émiettant sous la pression du doigt et présentant en relief, sur les parties exposées à l'air, des portions plus cohérentes, qui pourraient faire croire au premier abord à des lapilli distribués dans une couche de cendre. Il s'agit d'une dômite originellement poreuse, dont la cohésion a été partiellement détruite par la transformation de son verre en tridymite. En tamisant cette roche avec précaution, il est possible d'en isoler des lamelles hexagonales de tridymite, ainsi que les microlites feldspathiques, à l'état de parfaite pureté. Ces derniers ont la forme des lamelles aplaties suivant $g^1(010)$, décrites par M. Michel Lévy dans les types vitreux de dômite; on y constate la fréquence des macles de Carlsbad, formées par le groupement de petits cristaux (g^1, p, m, $a\frac{1}{2}$) assez allongés suivant l'axe a. L'angle d'extinction dans g^1 peut être mesuré avec précision; il est de $+9°$; c'est celui d'une orthose sodique [1].

Les ponces, les brèches ignées, les bombes et la plupart des blocs correspondent à une *dômite à biotite et à hornblende*, dans laquelle on voit de grandes variations de cristallinité. Les blocs sont souvent holocristallins et tridymitifères; ils renferment parfois des cristallites filiformes d'augite; ce sont des débris de portions du magma lentement consolidées dans la cheminée.

Les ponces se distinguent nettement de celles du Mont-Dore, que j'ai décrites récemment, par l'abondance des microlites feldspathiques, et la proportion beaucoup moindre du verre incolore. Les microlites ne sont pas moins abondants dans le ciment obsidiennique des brèches ignées; ils sont accompagnés çà et là par quelques microlites de biotite et de hornblende [2]. Les fragments englobés dans ces brèches sont constitués par tous les types des trachytes précédents, par du basalte et surtout par du granite; parfois les débris de ce dernier sont en telle abondance qu'il faut admettre que le

---

(1) Les fissures du dôme ont été parcourues par des fumerolles chlorhydriques, qui y ont laissé les magnifiques cristaux d'hématite et de magnétite, bien connus des minéralogistes. Des fumerolles diffuses ont aussi localement altéré ces roches, et il existe des points où le trachyte est plus ou moins complètement transformé en opale. La trace de semblables phénomènes n'existe pas dans les couches ponceuses : ils se sont par suite produits avant la formation de ces dernières.

(2) On y voit aussi parfois des ébauches de différenciations, sous forme de traînées, dans lesquelles se concentrent de grands cristaux de labrador englobant des baguettes de hornblende : c'est une étape vers la production d'enclaves homœogènes plésiomorphes du type de celles de l'andésite de la Montagne Pelée.

magma trachytique, assez fluide, a envahi des arènes granitiques; celles-ci ont été nécessairement arrachées près de la surface, car leurs feldspaths sont criblés de produits de décomposition atmosphérique (muscovite). Le magma n'est pas resté longtemps en contact avec ses enclaves, à l'état fluide, car il ne les a souvent même pas fondues; quand elles l'ont été partiellement, leur mélange avec le verre a arrêté la cristallisation de celui-ci : dans aucun cas, je n'ai observé de recristallisation [1].

Il est à remarquer que ni les ponces, ni ces types obsidienniques ne renferment de tridymite, ce qui s'explique aisément par les observations sur la genèse de ce minéral que j'ai faites au cours de l'éruption de la Montagne Pelée; c'est là une preuve nouvelle que ce minéral est toujours d'origine posthume; il se produit seulement dans des roches refroidies sur place avec quelque lenteur et soumises longtemps à des phénomènes d'autopneumatolyse [2]; ces conditions ont été certainement réalisées dans le dôme.

Les analyses suivantes, dues à M. Pisani et faites sur des roches spécialement choisies, montrent que la composition chimique des dômites est un peu différente de celle que laissaient supposer les anciennes analyses publiées par divers auteurs [3] : *a*, dômite à biotite; *b*, (blocs) et *c*, (bombes) dômite à hornblende; *d*, ponces; *d'*, analyse *d*, calculée en faisant abstraction de l'eau :

	SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	TiO^2.	P^2O^5.	P. F.	Total.
a....	66,70	16,60	2,33	0,87	1,08	1,48	5,80	4,60	0,40	0,06	»	99,92
b....	65,55	16,81	2,26	1,11	0,41	2,07	6,58	4,18	0,68	0,07	»	99,72
c....	65,10	17,70	1,44	1,27	0,79	2,32	6,61	4,30	0,53	0,06	»	100,12
d....	60,10	17,96	1,34	1,53	0,26	2,20	6,25	3,80	0,46	0,05	5,62	99,57
d'....	63,97	19,11	1,43	1,63	0,28	2,34	6,66	4,04	0,49	0,05	»	100,00

Malgré la teneur assez élevée en silice et grâce à leur richesse en alcalis,

---

(1) Ces brèches ignées trachytiques sont accompagnées dans les couches ponceuses par des blocs de brèches ignées plus anciennes, de nature basaltique : elles renferment aussi du sable granitique, mais ce dernier présente d'intenses phénomènes de recristallisation, résultant du mélange des enclaves et du magma basique.

(2) La roche *b* est riche en tridymite; *c* en renferme peu; *d*(*d'*) pas du tout. L'existence de la tridymite dans les dômites, pas plus que dans les andésites de la Martinique, n'implique donc pas une teneur en silice plus grande que celle des roches du même gisement, ne renfermant pas ce minéral qui résulte de la transformation du verre sans apport.

(3) Dans la classification chimico-minéralogique, les dômites se rapportent à la laurvikose (1.5.2.4).

ces roches ne renferment qu'une petite quantité (environ 5 pour 100) de silice libre, virtuelle. Les différences de composition chimique existant entre les types à biotite seule et ceux à hornblende sont faibles; elles semblent cependant indiquer que le magma a subi, avec le temps, de légères variations en sens inverse dans les teneurs relatives en chaux et en magnésie, et ce sont elles, probablement, qui entraînent l'existence ou l'absence d'amphibole.

Une étude plus minutieuse sur le terrain permettra peut-être d'établir des subdivisions dans les couches ponceuses et certainement de fixer la position du cratère d'explosion situé, selon toute vraisemblance, au sommet de la montagne. Je ne me suis pas préoccupé de ces détails, m'étant seulement proposé de montrer que le Puy de Dôme n'a pas été édifié par un phénomène unique.

En résumé, si l'on veut le comparer à un autre dôme de structure connue, il faut le rapprocher *dans son ensemble*, non pas de celui de la Montagne Pelée, qui ne représente qu'une phase de son histoire, mais de celui de la Guadeloupe, dont les rochers continus sont partiellement cachés sous des projections plus récentes, dont quelques-unes datent de la période historique.

Chacun des dômes, qui constituent la chaîne des Puys, a dû avoir une histoire particulière, qu'il importera de traiter d'une façon distincte.

M. **Poincaré** fait hommage à l'Académie de la deuxième édition de son *Cours de Thermodynamique*. Cette édition contient quelques additions relatives à la démonstration du théorème de Clausius.

M. **P. Hatt** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire intitulé : *Exposé des opérations géodésiques exécutées de* 1884 *à* 1890 *sur les côtes de Corse*.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section d'Anatomie et de Zoologie, en remplacement de M. *A. Giard*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 53,

M. Henneguy obtient	. . . .	37 suffrages
M. Houssay »	. . . .	15 »
M. Marchal »	. . . .	1 suffrage

M. **Henneguy**, ayant réuni la majorité des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

CORRESPONDANCE.

L'**Académie royale des Sciences de Prusse**, par l'organe de ses quatre Secrétaires perpétuels, adresse à l'Académie l'expression de ses sentiments de sympathie à l'occasion du décès de MM. *H. Becquerel*, *E. Mascart* et *A. Giard*.

The Institution of Electrical Engineers adresse à l'Académie ses condoléances à l'occasion de la mort de M. *E. Mascart*, qui fut son Membre honoraire.

M. le Professeur **Giovanni Capellani**, Président du Comité chargé d'honorer la mémoire d'*Aldrovandi* à l'occasion du troisième centenaire de sa mort, adresse à l'Académie un exemplaire de l'Ouvrage suivant : *Onoranze a Ulisse Aldrovandi, nel terzo centenario della sua morte celebrate in Bologna, nei giorni XI, XII, XIII giugno MCMVII*, ainsi qu'un exemplaire de la médaille frappée en l'honneur de ce centenaire.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Cours d'Astronomie*, par H. Andoyer. Seconde Partie : *Astronomie pratique*.

2° *La Télégraphie sans fil*, par M. Albert Turpain. (Présenté par M. H. Poincaré.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations physiques de la comète* 1908, *faites à l'Observatoire de Lyon*. Note de M. J. GUILLAUME.

D'après la dépêche de l'Observatoire Yerkes, cette comète avait au moment de sa découverte, le 1er septembre, une *longue queue visible*, et celle de l'Observatoire de Marseille, du 3, annonçait *faible condensation, petite queue*.

Le 5 septembre, je l'ai notée *sans queue;* le 7, elle en avait une de 15' dirigée vers 236°, mais le 8, celle-ci avait disparu. A mon observation suivante, le 14, on voyait une queue de 18' vers 217°. Ensuite, je n'ai pas constaté de grands changements; le 24, queue de 25' vers 165°; le 25, elle a 25' vers 159°; le 28, 40' vers 135°. Mais le 29, l'aspect de la queue, orientée vers 136°, s'était modifié d'une façon considérable : sur toute sa longueur, les deux tiers de sa largeur, du côté occidental, avaient disparu. Le 30, la condensation centrale de la tête est plus large, plus brillante et mieux limitée que la veille, elle est incurvée au Sud-Est et se prolonge par une aigrette d'environ 10' excentrée vers l'Ouest, par rapport à l'axe principal de la queue. Celle-ci, redevenue bien visible, s'épanouit en éventail sur environ 50' vers 128°. La comète est à la limite de visibilité à l'œil nu, et avec une jumelle on suit la queue sur une étendue de 1°30'.

Le 1er octobre, la condensation centrale de la tête est plus nette et moins large, l'aigrette qui la prolonge est moins longue et se trouve maintenant dans l'axe de la queue qui est droite, vers 129°.

Le 2, la comète paraît circulaire, d'environ 1'30" de diamètre, condensée au centre avec, peut-être, un très petit noyau stellaire (13e grandeur). Au chercheur de la lunette, on entrevoit, par instants, une queue rectiligne, très étroite, d'environ 15' ; mon collègue M. Luizet l'a vue nettement avec une jumelle à 8h de t. m., mais vers 11h nous n'avons pas pu la revoir.

Le 4, la condensation de la tête a augmenté en éclat et en étendue; queue droite d'environ 30' vers 113°.

Le 14, la comète est très belle; la queue, dont la largeur est moindre au commencement qu'à la fin, est brillante sur 30' et se prolonge ensuite, plus faible, d'au moins 1°30'; la tête, sensiblement circulaire, est plus large de deux tiers que la queue à sa naissance, et la condensation, qui est très marquée, entoure un petit noyau granuleux.

Le 15, il n'y a pas de changement notable dans la tête, mais la queue a subi une transformation considérable : depuis la naissance, la forme rectiligne de la veille est encore reconnaissable sur environ 30', malgré qu'elle se soit incurvée du côté austral, mais ensuite une sorte de *nœud* plus brillant que les parties précédentes et suivantes

se prolonge par une queue ondulée qui va en s'élargissant; avant le *nœud*, sa direction est à 86°, tandis qu'après elle est à 78°.

Le 16, la queue a repris la forme droite qu'elle montrait le 14. La matière de la tête, comme celle de la queue, est très diluée, car je vois à travers cette matière des étoiles de 13ᵉ grandeur; le passage du noyau près d'une étoile de 12ᵉ grandeur gênait beaucoup mais n'a pas empêché de voir constamment celle-ci. Noyau granuleux de 11ᵉ grandeur, mais dont la dimension apparente est comparable au petit disque d'une étoile de 9,5 à 10ᵉ grandeur. Le diamètre de la tête est d'environ 4′, la largeur de la queue est de 1′ à sa naissance et ne dépasse pas 4′ vers la fin. La comète se voit encore à l'œil nu, mais de toutes façons elle a diminué depuis hier.

Le 19, le noyau occupe une position excentrique vers le Sud par rapport à l'axe de la queue orientée vers 76° environ, et cette situation est plus accentuée relativement au centre de figure de la tête.

Le 20, le noyau se retrouve dans l'axe de la queue et au centre de la tête.

Avant le 14 octobre les observations ont été faites à l'équatorial Brünner et, à partir de cette date, à l'équatorial coudé.

NAVIGATION. — *Sur l'emploi des compas de grand moment magnétique.* Note de M. **Louis Dunoyer**, transmise par M. E. Guyou.

I. Quand un compas a été écarté de sa position d'équilibre, le couple qui tend à l'y ramener est proportionnel au produit de son moment magnétique par le champ extérieur. C'est donc une idée bien naturelle de chercher à augmenter ce moment, quand le compas est destiné à servir dans un champ magnétique faible, comme c'est le cas pour les compas sous cuirasse. Comme les lois du frottement solide entraînent l'existence non d'une position d'équilibre unique, mais bien d'une *plage* d'équilibre, d'autant plus grande que le frottement est plus grand, on perdrait au moins partiellement l'avantage résultant de cette augmentation du couple directeur si l'on ne diminuait, par un moyen convenable, la pression que la rose, nécessairement plus lourde, exerce sur le pivot. Le moyen le plus simple d'atteindre ce résultat est d'adjoindre à la rose un flotteur auquel est fixé la chape et de remplir complètement d'un liquide la cuvette du compas; les dimensions du flotteur, le poids de la rose et la densité du liquide sont choisis de manière que la pression de la chape sur le pivot se réduise à quelques grammes. C'est le principe des *compas liquides*, imaginés d'abord dans la marine américaine et jouissant aujourd'hui dans certaines marines d'une grande faveur.

Sans insister ici sur divers avantages et inconvénients que cette disposition présente, je me propose d'analyser l'effet que produit *l'induction magnétique des correcteurs de fer doux sous l'influence de ces compas* dont le moment magnétique est généralement compris entre 2000 et 5000 C.G.S., tandis que le moment des roses Thomson est d'environ 200 C.G.S.

Archibald Smith et Evans (¹) s'étaient déjà préoccupés de cette réaction avant que lord Kelvin n'eût imaginé son admirable compas, à une époque où des aiguilles longues et fortement aimantées étaient d'un usage général. Leur travail n'a qu'une valeur purement qualitative.

Récemment, la question s'est posée de nouveau aux marins italiens (²) à la suite de l'adoption du compas Magnaghi ($M = 3200$ C.G.S.) comme compas étalon. La table numérique qui sert à la compensation de ce compas est fondée sur une théorie élémentaire approchée qui part d'hypothèses difficilement justifiables. Le caractère réel du couple produit sur le compas par cette réaction n'est d'ailleurs pas reconnu.

II. Soient O le milieu de l'axe magnétique du compas, de longueur $2l$, M son moment magnétique, b la distance de O au centre A d'une sphère de fer doux creuse, de rayon extérieur a, intérieur a'. Soient S un point de coordonnées polaires u et φ par rapport à l'origine O et à un axe Ox, $V(u, \varphi)$ le potentiel magnétique en ce point. Le moment par rapport à O de la force exercée par le champ correspondant sur une masse magnétique m placée au point S est

$$-m\left(\frac{\partial V}{\partial \varphi}\right)_S.$$

Si R et B sont les extrémités du compas dirigées vers le Nord et vers le Sud, l'équation d'équilibre du compas est donc

$$+\left(\frac{\partial V}{\partial \varphi}\right)_R - \left(\frac{\partial V}{\partial \varphi}\right)_B = 0.$$

La détermination du potentiel V peut se faire par la méthode générale donnée par Poisson (³).

On a

$$V = U + \Omega;$$

(¹) *Philosophical Transactions*, t. CLI, 1861, p. 161.

(²) Ricci, *Rivista marittima*, 1903. — Santi, *Rivista marittima*, 1905. — Corbara, *Trattato sul magnetismo delle navi in ferro e sulle bussole marine*, 1907, p. 314 et suiv.

(³) Poisson, *Mémoires de l'Institut*, 1824. — Maxwell, *Traité d'Électricité et de Magnétisme*.

U potentiel dû au magnétisme extérieur à la sphère, Ω potentiel dû au magnétisme induit dans la sphère.

Pour un angle donné du champ terrestre et du compas, U est une fonction donnée de u et φ. Si l'on désigne par Ω_1 la valeur de Ω à l'intérieur de la cavité, par Ω_2 les valeurs de Ω dans la masse du métal et par Ω_3 les valeurs de Ω à l'extérieur de la sphère, on a les équations :

Sur la surface intérieure de la sphère (susceptibilité magnétique $\varkappa$),

$$(1+4\pi\varkappa)\frac{d\Omega_2}{dr}-\frac{d\Omega_1}{dr}+4\pi\varkappa\frac{dU}{dr}=0,$$

et, sur la surface extérieure,

$$-(1+4\pi\varkappa)\frac{d\Omega_2}{dr}+\frac{d\Omega_3}{dr}-4\pi\varkappa\frac{dU}{dr}=0.$$

De plus, Ω doit être partout fini, continu, s'annuler à l'infini et satisfaire en tout point à l'équation de Laplace.

Ces conditions déterminent Ω dont on peut aisément obtenir un développement en fonctions sphériques en remplaçant, dans les équations précédentes, U par son développement en fonctions sphériques.

La partie du potentiel U qui est due au magnétisme terrestre conduit aux résultats bien connus sur lesquels est fondée la compensation du compas Thomson.

La partie de U qui correspond au champ créé par le compas conduit aux termes de l'équation d'équilibre qui représentent la réaction sur le compas de la sphère aimantée par lui. Ce résultat est susceptible d'une interprétation géométrique très simple, analogue à celle qu'a donnée M. le commandant Guyou (¹) pour l'autre partie de U : *l'action mutuelle de la sphère et du compas est équivalente, au point de vue des déviations du compas, à l'existence d'un champ uniforme, équipollent à la projection sur la ligne qui joint le centre du compas au centre de la sphère d'un vecteur constant dirigé suivant l'axe magnétique du compas. La grandeur de ce vecteur est*

$$M\frac{a'^3}{b^6}P$$

en posant

$$P=2^2c_1+3^2c_2\frac{a^2}{b^2}+\ldots+(n+1)^2c_n\frac{a^{2(n-1)}}{b^{2(n-1)}}+\ldots,$$

$$c_n=\frac{1+\dfrac{2n+1}{n+1}\dfrac{1}{4\pi\varkappa}}{1+\dfrac{(2n+1)^2}{n(n+1)}\left(1+\dfrac{1}{4\pi\varkappa}\right)\dfrac{1}{4\pi\varkappa}\dfrac{1}{1-\left(\dfrac{a'}{a}\right)^{2n+1}}}.$$

(¹) E. Guyou, *Description et usage des instruments nautiques*. 1889.

L'approximation de ce résultat est du même ordre que celle du théorème de M. Guyou : on néglige les termes en $\frac{l^2}{b^2}$ et les puissances supérieures.

Nous avons soumis ce résultat au contrôle de l'expérience sur un compas de moment magnétique $\mathfrak{M} = 2300$ C.G.S. et des sphères de 216^{mm} de diamètre extérieur. La concordance des courbes de déviation théoriques et des courbes expérimentales a lieu avec un écart maximum de $0^\circ,6$ à $0^\circ,8$, facilement imputable à la vitesse de variation de notre terme correctif avec b. La théorie qui ne tiendrait pas compte de l'action mutuelle du compas et de la sphère donnerait dans le même cas des divergences de 14°.

La déviation maxima δ_m que peut produire une *paire* de globes ou leur *puissance compensatrice* est déterminée par l'équation

$$\sqrt{\left(1 + c_1 \frac{a^3}{b^3}\right)^2 - 9 \frac{c_1^2 a^6}{b^6}} \sin \delta_m + 3 c_1 \frac{a^3}{b^3} \cos \delta_m + \frac{\mathfrak{M}}{H} \frac{a^3}{b^6} P = 0.$$

Mais il faut remarquer :

1° Que la force introduite par nous n'a la même loi de variation avec le cap qu'aucune des forces produites par l'aimantation du navire (permanente ou d'induction) et qu'elle rend, par suite, une compensation rigoureuse impossible.

2° Que cette force est constante, tandis que les forces produites par le champ terrestre sur le navire et les correcteurs en fer doux sont variables avec l'intensité de ce champ [1]. On peut calculer aisément, d'après notre énoncé, les variations considérables que subiraient les indications d'un compas, ainsi compensé, suivant la latitude magnétique.

CINÉMATIQUE. — *Sur les applications géométriques de certains mouvements remarquables.* Note de M. **J. Haag**.

Je me propose d'indiquer rapidement toute une série de problèmes de Géométrie, où l'on est conduit à considérer certains mouvements remarquables, dont j'ai déjà eu l'occasion de parler dans de précédentes Notes.

Problème I. — *Déterminer les surfaces sur lesquelles il y a une famille de courbes égales, les développables circonscrites le long de ces courbes étant aussi égales.*

Soit (T) un trièdre mobile, dont la position dépend du paramètre v. Soit C une courbe invariablement liée à ce trièdre. Elle engendre une sur-

(1) Ceci avait été déjà remarqué par Poisson.

face S. Soient α, β, γ les cosinus directeurs de la normale à S en un point M de C, de coordonnées x, y, z. Les six quantités $x, y, z, \alpha, \beta, \gamma$ ne doivent dépendre que d'un seul paramètre u, indépendant de v. Écrivons que (α, β, γ) est normale à S; il vient

$$(1) \qquad \xi\alpha + \eta\beta + \zeta\gamma + p(\gamma y - \beta z) + q(\alpha z - \gamma x) + r(\beta x - \alpha y) = 0,$$

équation de forme classique, que nous allons discuter.

Premier cas :

$$\xi = \lambda_0 \xi_0, \qquad \eta = \lambda_0 \eta_0, \qquad \ldots, \qquad r = \lambda_0 r_0,$$

où λ_0 est une certaine fonction de v et $\xi_0, \eta_0, \ldots, r_0$ sont des constantes.

On a un *mouvement hélicoïdal* et la solution est évidente.

Deuxième cas :

$$\xi = \lambda_0 \xi_0 + \lambda_1 \xi_1, \qquad \eta = \lambda_0 \eta_0 + \lambda_1 \eta_1, \qquad \ldots, \qquad r = \lambda_0 r_0 + \lambda_1 r_1.$$

On a *un mouvement* G, du moins dans le cas général. L'équation (1) donne alors

$$S\xi_0\alpha = 0, \qquad S\xi_1\alpha = 0,$$

ce qui se traduit de la façon suivante :

THÉORÈME. — *Soit un mouvement* G *de directrices* Δ *et* Δ'. *Soit* R *une surface réglée dont les génératrices s'appuient sur* Δ *et* Δ'. *Soit* C *une trajectoire orthogonale de ces génératrices. Dans le mouvement* G, *la courbe* C *engendre une surface dont les normales le long de* C *sont les génératrices de* R.

Troisième cas :

$$\xi = \lambda_0 \xi_0 + \lambda_1 \xi_1 + \lambda_2 \xi_2, \qquad \ldots.$$

Le mouvement est un nouveau mouvement que j'étudierai plus tard. Il dépend de deux fonctions arbitraires d'une variable et est en quelque sorte une généralisation des mouvements G. Dans ce cas, *la courbe* C *doit être une trajectoire orthogonale des génératrices d'un système d'une certaine quadrique.* (Ici encore, je laisse de côté les cas particuliers.)

Quatrième cas et suivants. — Ils ne donnent plus que les surfaces-canaux et les surfaces réglées à paramètre de distribution constant.

Applications. — On obtient des cas particuliers du problème précédent dans les questions suivantes :

PROBLÈME. — *Trouver les surfaces qui admettent une famille de cercles géodésiques égaux et de même courbure géodésique.*

La recherche de la courbe C est alors ramenée à l'intégration d'un système différentiel que je n'écris pas, pour abréger.

Comme cas particulier, on peut supposer que *les cercles se réduisent à des géodésiques égales*. Je me propose de revenir sur ces problèmes.

PROBLÈME. — *Trouver les surfaces qui admettent une famille de lignes asymptotiques égales.*

Ce problème se ramène aussi évidemment à celui que nous avons traité plus haut. Ici encore, on a à intégrer un système différentiel que je n'écris pas. D'ailleurs, cette question a été récemment étudiée par M. Rouquet.

Dans un ordre d'idées analogue, je me suis demandé *si une surface pouvait avoir une famille de cercles géodésiques égaux, à courbure géodésique variable. J'ai résolu la question par la négative*, en exceptant le cas de certaines surfaces enveloppes de sphères, dont les lignes de courbure circulaires sont égales, et peut-être aussi d'autres cas particuliers qui ont pu m'échapper.

De même, *quelles sont les surfaces qui admettent une famille de lignes de courbure égales?* En suivant toujours la même méthode, on trouve que, sauf le cas des hélicoïdes et peut-être quelques cas particuliers, *ceci est impossible si les lignes en question ne sont pas planes*. On retombe alors sur un problème résolu par M. Caronnet, et qu'il est d'ailleurs facile de traiter par notre méthode.

Remarquons, pour terminer, qu'on peut reprendre les problèmes précédents, en y remplaçant le mot *égales* par le mot *semblables*.

HYDRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Formation de centres de giration à l'arrière d'un obstacle en mouvement*. Note (1) de M. **Henri Bénard**, présentée par M. J. Violle.

La périodicité longitudinale des mouvements giratoires produits par des conditions uniformes, dans le régime hydraulique, a déjà été signalée par O. Reynolds (2) et par M. Brillouin (3).

---

(1) Présentée dans la séance du 2 novembre 1908.

(2) *Phil. Trans.*, 1883, p. 942; en particulier, la figure 15 de la planche 72.

(3) *Leçons sur la viscosité des liquides et des gaz*, 1re Partie, p. 224, Paris, Gauthier-Villars, 1907.

Le succès avec lequel j'ai déjà, dans un autre travail (¹), employé une méthode optique voisine de la *méthode des retouches locales* de Foucault ou de la *méthode des rides*, pour l'étude des petites déformations d'une surface liquide presque plane, m'a conduit à utiliser une méthode analogue pour photographier les entonnoirs éphémères produits à l'arrière d'un obstacle qu'on déplace à travers une nappe liquide tranquille.

Dans la nécessité d'opérer avec une durée de pose très courte et d'obtenir de nombreuses images en peu de temps, j'ai dû employer un montage cinématographique. D'autre part, j'ai dû réaliser un dispositif mécanique donnant à l'obstacle une vitesse aussi uniforme que possible.

L'appareil, installé depuis 1904 dans une cave de la Faculté des Sciences de Lyon, dans des conditions particulièrement favorables pour éviter les trépidations perturbatrices, sera décrit en détail ailleurs. Il permet l'étude chronophotographique complète des remous produits par le mouvement uniforme d'obstacles solides de formes variées.

Les résultats de la présente Note se rapportent exclusivement aux *solides cylindriques verticaux, ayant un plan de symétrie vertical parallèle aux génératrices et à la direction de translation, et terminés à l'avant par un dièdre plus ou moins aigu*. Tous les solides étudiés étaient immergés sur une longueur de 6^{cm} environ et n'émergeaient que de quelques millimètres.

Pour une vitesse suffisante, au-dessous de laquelle il n'y a pas de tourbillons (cette vitesse limite croît avec la viscosité et décroît quand l'épaisseur transversale des obstacles augmente), *les tourbillons produits périodiquement se détachent alternativement à droite et à gauche du remous d'arrière qui suit le solide; ils gagnent presque immédiatement leur emplacement définitif, de sorte qu'à l'arrière de l'obstacle se forme une double rangée alternée d'entonnoirs stationnaires, ceux de droite dextrogyres, ceux de gauche lévogyres, séparés par des intervalles égaux* (²).

La presque parfaite superposabilité des centres giratoires, dans les longues séries d'images d'une même pellicule, montre avec quelle exactitude ces centres sont très vite stationnaires, quand on a pu éviter les mouvements perturbateurs. D'ailleurs, à un moment donné, les tourbillons alignés sur une même rangée, tous d'âges différents, sont d'autant plus près de s'éteindre qu'ils sont plus éloignés de l'obstacle; le peu de largeur du champ ($6^{cm},4$) n'a pas permis de photographier simultanément les longues rangées de 20 ou

---

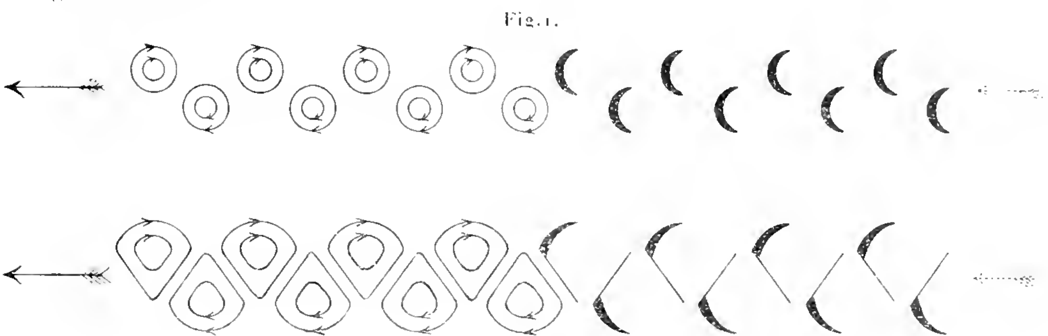
(¹) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 1901.

(²) Les écarts individuels dépassent rarement $\frac{1}{10}$ de l'intervalle moyen.

30 tourbillons visibles à la fois à l'œil nu, mais les images successives données par le cinématographe y suppléent.

Quand les vitesses de rotation sont faibles (faible vitesse de l'obstacle ou forte viscosité du liquide, et, dans tous les cas, tourbillons près de s'éteindre), les entonnoirs sont sensiblement de révolution. La méthode optique, qui équivaut à dessiner le relief de la surface liquide en l'éclairant sous une incidence presque rasante, les enregistre par des *croissants* demi-circulaires, estompés à l'intérieur (partie supérieure de la figure, à droite).

Fig. 1.



Quand les vitesses de rotation sont plus grandes (grande vitesse de l'obstacle ou faible viscosité du liquide), les entonnoirs des deux rangées se déforment mutuellement; leur contour prend une forme de raquette; les cavités sont plus abruptes du côté intérieur et leur bord y est rectiligne. Si la lumière quasi rasante arrive par exemple dans la direction indiquée par la flèche pointillée, ou à 180°, elle dessine les cavités en forme de *faux* (partie inférieure de la figure, à droite) [1].

Lois de l'équidistance [2], ou intervalle entre deux tourbillons d'une rangée :

1° Pour un obstacle donné, *l'équidistance est indépendante de la vitesse* (les vitesses employées ont varié de $0^m,04$ à $0^m,22$ par seconde).

2° Si l'on compare des prismes de même dièdre à l'avant, de même épaisseur transversale, mais dont les méplats latéraux ont des dimensions longitudinales différentes, l'équidistance est sensiblement la même; elle ne dépend pas non plus de la forme de l'arrière, qui peut être indifféremment

(1) La flèche en traits pleins indique la direction du mouvement de l'obstacle. Sur les épreuves positives, les croissants sont naturellement en clair sur fond sombre. Je compte reproduire ailleurs quelques pellicules en photogravure.

(2) Les mesures micrométriques, qui ont porté sur plus de 400 clichés isolés et une centaine de pellicules comportant chacune de 5 à 30 images mesurables, seront données en détail ailleurs.

ou bien une face verticale normale au déplacement ou bien un biseau comme l'avant; autrement dit, l'*équidistance ne dépend que de l'épaisseur transversale* du coin enfoncé dans le liquide par l'obstacle.

3° L'équidistance croît dans le même sens que l'épaisseur transversale (approximativement comme la racine carrée) :

Eau (tempér. voisine de 17°)	Obstacles de	1,0 mm d'épaisseur	Équid.	0,89 cm
	»	2,0 »	»	1,30
	»	4,0 »	»	1,76

4° L'équidistance croît dans le même sens que la viscosité, mais bien plus lentement :

Liquides (tempér. comprises entre 17° et 19°).	Viscosité approximative	Équid. pour 2mm d'épaisseur.	Équid. pour 4mm d'épaisseur.
		cm	cm
Métaxylol	0,006	1,28	1,66
Eau	0,010	1,30	1,76
Eau sucrée C = 20g,3 pour 100cm³..	0,020	1,51	1,95
Eau sucrée C = 37g,5 pour 100cm³..	0,040	1,75	2,34

ÉLECTRICITÉ. — *Ionisation par le phosphore et phosphorescence.* Note de MM. **Léon** et **Eugène Bloch**, présentée par M. H. Poincaré.

Dans sa Thèse *Sur la conductibilité électrique de l'air produite par le phosphore*, l'un de nous ([1]) a mis en évidence les faits suivants :

1° L'air qui a passé sur le phosphore est le siège d'une véritable ionisation.

2° Les ions produits sont des ions de faible mobilité (gros ions).

Les expériences qui ont conduit à ces conclusions ont été faites avec des courants d'air de faible débit (quelques centimètres cubes par seconde).

Lorsqu'on augmente progressivement la vitesse du courant gazeux, on constate une modification notable de la phosphorescence du phosphore. Cette phosphorescence, d'abord limitée au phosphore, s'allonge dans le sens du courant gazeux, et, pour un débit suffisant, *elle finit par se séparer du phosphore*, laissant entre elle et lui un intervalle parfaitement obscur. Généralement le phosphore lui-même garde une phosphorescence faible, qu'on peut faire disparaître à son tour en augmentant encore le débit. On n'observe plus alors dans le tube qu'une colonne phosphorescente isolée qui se déplace, sans grande diminution d'éclat, en suivant les variations du débit. Avec

([1]) Voir E. Bloch, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. IV, 1905, p. 25-145.

un tube suffisamment long, on peut régler le débit de façon que cette colonne se trouve à une distance de plusieurs mètres du phosphore.

Nous avons cherché si, parallèlement à ce déplacement de la région de phosphorescence, on pouvait saisir un déplacement : 1° de la région où se produit l'ionisation, 2° de la région où se produit l'ozone.

Un condensateur cylindrique relié à un électromètre est intercalé dans le tube. Dans tous les cas, ce condensateur recueille des charges importantes des deux signes s'il est placé dans la phosphorescence ou au delà.

S'il se trouve avant la phosphorescence, l'électromètre reste au zéro.

De même un papier ozonoscopique bleuit rapidement s'il est placé dans la phosphorescence ou au delà. Il reste rigoureusement blanc s'il est placé dans la zone obscure qui précède la phosphorescence.

Nous concluons de là que :

1° Phosphorescence, ionisation et ozone se produisent dans la même région.

2° Cette région peut être séparée du phosphore quand le courant gazeux est suffisamment rapide.

Ces faits indiquent que la phosphorescence, l'ionisation et l'ozone ne se produisent pas par l'oxydation directe du phosphore solide, mais par l'oxydation d'une substance émanée du phosphore et entraînée par le courant gazeux. On peut songer soit à la vapeur de phosphore, soit à l'anhydride phosphoreux.

Les expériences de Jungfleisch (1), de R. Schenk, F. Mihr et H. Banthien (2), et quelques expériences personnelles, montrent qu'il faut se ranger à la deuxième explication. Nous ne citerons que l'observation suivante, qui fournit un nouvel argument en faveur du rôle de l'anhydride phosphoreux dans les phénomènes de phosphorescence :

Le débit étant assez fort pour que le tube reste obscur dans toute sa longueur (6^m environ), si l'on coupe brusquement le courant gazeux, on constate la formation spontanée, en différents points, de bulles phosphorescentes qui se mettent lentement en marche dans des sens opposés. Ces bulles disparaissent lorsqu'elles se rencontrent, plus rarement elles s'éteignent d'elles-mêmes. Le phénomène s'explique très bien si l'on admet que le tube demeuré obscur contient de l'anhydride phosphoreux non encore oxydé. Ce corps est spontanément inflammable, et le mouvement des bulles lumineuses n'est que la propagation d'ondes explosives.

De l'ensemble des faits il nous paraît ressortir que *la phosphorescence*,

(1) E. Jungfleisch, *Sur la phosphorescence du phosphore* (*Comptes rendus*, 1905, p. 444).

(2) *Ber.*, t. XXXIX, 1906, p. 1506; *C. R.*, t. I, 1906, p. 1774.

l'ionisation et l'ozone ne proviennent pas de l'oxydation du phosphore, mais de celle de l'anhydride phosphoreux. L'anhydride phosphoreux se forme directement, comme l'a montré Jungfleisch (¹), aux dépens du phosphore, et la zone obscure qui précède la phosphorescence serait celle où l'anhydride phosphoreux n'est pas encore transformé en anhydride phosphorique.

Cette transformation est une combustion vive, et l'on doit s'attendre à ce que les ions produits soient de même nature que dans les autres cas de combustion. L'un de nous (²) a déjà fait ressortir l'analogie qui existe entre les gros ions formés par le phosphore et les gros ions des gaz de la flamme. Cette analogie a été signalée aussi par Harms (³), qui a constaté un accroissement des mobilités lorsqu'on se rapproche du phosphore. Nous avons vérifié le résultat de Harms et obtenu comme lui, en nous plaçant près du phosphore, des mobilités s'élevant jusqu'à $0^{mm},1$.

Mais il est possible d'obtenir des mobilités beaucoup plus grandes encore. Il suffit pour cela de placer après le phosphore un tampon de coton qui retient les fumées formées sur le phosphore. On trouve ainsi, pour les ions des deux signes, des mobilités allant jusqu'à plusieurs millimètres (2^{mm} ou 3^{mm} environ). Ces mobilités diminuent lorsqu'on s'éloigne du phosphore, mais restent bien supérieures à ce qu'on aurait en l'absence de tampon. Il semble bien que les *ions du phosphore* soient produits par la combustion de l'anhydride phosphoreux et rapidement alourdis par la présence de particules liquides ou solides.

PHYSIQUE. — *Sur la radioactivité des gaz de l'eau thermale d'Uriage (Isère).* Note de M. G. **Massol**, présentée par M. d'Arsonval.

L'eau thermale sulfurée et chlorurée sodique d'Uriage est captée dans l'intérieur d'un massif montagneux de roches schisteuses, à l'extrémité d'une galerie de 300^{m} de longueur, creusée en ligne droite, dirigée sensiblement de l'Ouest à l'Est, et terminée par un puits de 9^{m} environ de profondeur.

Un gros siphon part du fond du puits, suit la galerie et amène directement l'eau

---

(¹) E. Jungfleisch, *Sur l'oxydation directe du phosphore* (*Comptes rendus*, 1907).

(²) E. Bloch, *loc. cit.*, et E. Bloch et P. Langevin (*Comptes rendus*, 1904, p. 792).

(³) Voir Harms, *Phys. Zeitsch.*, t. V, 1904.

dans un réservoir en maçonnerie, recouvert d'une voûte cimentée, de 400^{m^3} de capacité.

Dans tout le parcours de la galerie et à l'orifice même du puits, on est surpris de ne percevoir qu'une faible odeur sulfhydrique : c'est qu'en effet le gaz qui se dégage spontanément de l'eau, à son orifice d'émergence, ne renferme que des traces d'hydrogène sulfuré.

Pendant le passage de l'eau à travers le siphon, il se produit un dégagement de gaz assez abondant (par suite de la diminution de pression), et, afin d'éviter le désamorçage, un aspirateur hydraulique automatique les extrait et les rejette au dehors.

Un essai rapide m'a donné pour leur composition centésimale :

Gaz absorbables par la potasse......	7^{cm^3}	(CO^2 et H^2S)
Gaz non absorbables par la potasse..	93^{cm^3}	(Az et congénères)

J'ai prélevé plusieurs échantillons de ces gaz, que je me propose d'analyser plus complètement au laboratoire.

Le volume ainsi dégagé étant assez considérable, j'ai essayé de le mesurer ; mais j'ai constaté qu'aux diverses heures de la journée il présentait de grandes variations. Le siphon réunit en réalité deux vases communicants : le puits de la source et le bassin-réservoir ; et le débit varie à chaque instant, suivant les prélèvements faits pour le service de l'établissement thermal.

Une expérience faite le 20 août, de 3^h à 4^h de l'après-midi, m'a donné pour la première demi-heure 538^l de gaz et pour la deuxième demi-heure 724^l ; soit au total 1262^l à l'heure (à ce moment le siphon débitait un assez grand volume d'eau). Il n'est malheureusement pas possible de se baser sur ce chiffre pour calculer le débit quotidien ; mais il n'en est pas moins certain que ce débit est considérable.

J'ai mesuré sur place la radioactivité de ces gaz à l'aide de l'électroscope, système Curie, modèle de MM. Laborde et Chéneveau. (M. Besson, ingénieur, mesurait en même temps celle du gaz resté dissous dans l'eau de la buvette et des bains.)

Les résultats rapportés à 10^l de gaz ($t = 20°$ et $H = 745^{mm}$) et exprimés en milligrammes-minute (action égale à celle produite par l'émanation provenant de n milligrammes de radium par minute) sont les suivants :

	mg-m
Première expérience......................	0,150
Deuxième expérience......................	0,144
Moyenne........................	0,147

Ces résultats ne sont pas absolument comparables avec ceux qu'a obtenus M. Besson, car les gaz spontanément émis et ceux restés dissous ont une composition chimique différente.

D'après mon analyse sommaire les gaz du siphon renferment 93 pour 100

d'azote et autres gaz non absorbables par la potasse, tandis que les gaz dissous dans l'eau en renferment seulement 64,6 pour 100 [1].

Si cependant on calcule la radioactivité pour des volumes égaux de gaz, on trouve, en rapportant dans les deux cas à 10^l :

Gaz du siphon	$0^{mg\,m},147$
Gaz dissous dans l'eau	$0^{mg\,m},500$

(M. Besson a trouvé $0^{mg\,m},015$ en moyenne pour les gaz de 10^l d'eau.)

Il résulte de ces expériences que les gaz restés dissous dans l'eau ont une radioactivité environ quatre fois plus grande que celle des gaz qui s'échappent spontanément dans le siphon, différence due à la solubilité de l'émanation dans l'eau.

Cette matière radioactive s'évapore en même temps que l'eau; j'ai constaté que le résidu salin d'un demi-litre d'eau évaporée au bain-marie est complètement inactif. Il en est de même pour le dépôt très riche en soufre et silice gélatineuse et en matière organique (dont je poursuis l'analyse complète) qui se forme dans le bassin-réservoir.

La roche d'où émerge l'eau minérale ne présente aucune radioactivité à l'appareil; des fragments de schiste noir et des fragments de calcaire blanc compact (intercalé en couches minces dans le schiste), détachés au marteau à l'orifice du puits et essayés une demi-heure après à l'électroscope, ont été entièrement inactifs.

PHYSIQUE. — *Sur la polarisation de l'homme vivant soumis à l'action du courant continu (intensité et dissipation).* Note de M. **M. Chanoz**, présentée par M. d'Arsonval.

Les tissus de l'homme vivant *préalablement* parcourus par du courant continu sont capables de débiter une certaine quantité d'électricité. L'individu ainsi traité constitue donc une sorte d'*accumulateur électrique* particulier ayant une certaine force électromotrice E_2 de sens contraire à la force électromotrice E_1 du courant *polarisant* qui l'a engendrée.

La polarisation des tissus, envisagée déjà par du Bois-Reymond, a été estimée antérieurement, chez l'homme, supérieure à 0.2 volt (M. G. Weiss).

---

[1] D'après Lefort, 1^l d'eau d'Uriage contient : CO^2 libre, $3^{cm^3},2$; H^2S, $7^{cm^3},44$; Azote, $19^{cm^3},5$; soit un volume total de $30^{cm^3},14$.

Dans le but de préciser la nature intime de cette polarisation et d'en rechercher l'importance au point de vue biologique et médical, nous avons entrepris une série d'expériences. Voici les premiers résultats obtenus à ce jour : 1° sur l'intensité de la polarisation *globale* de l'homme vivant; 2° sur la dissipation de cette polarisation tissulaire.

Pour mesurer E_2 *seule* de l'individu en expérience et connaître sa valeur à *chaque instant* à partir de la suppression du courant polarisant E_1, nous opérons ainsi qu'il suit :

Les deux extrémités utilisées du patient (main et main ou main et pied, etc.) plongent chacune dans un bain d'eau réuni par une électrode métallique à la batterie de 120 volts du laboratoire de M. Gouy.

Quand le courant d'intensité i (réglé par un rhéostat liquide) a passé durant le temps voulu t, on enlève des bains les électrodes métalliques : le courant polarisant est supprimé.

Des électrodes impolarisables au calomel, convenablement disposées à l'avance, permettent de réunir très rapidement les bains considérés à un électromètre capillaire de Lippmann connecté avec un potentiomètre Carpentier.

En utilisant la méthode de compensation on peut alors, à partir de ce moment, connaître à chaque instant, et avec une approximation de $\frac{1}{10000}$ de volt, la force électromotrice E_2 du *sujet-accumulateur* en expérience.

Résultats. — 1. Les tissus de l'homme vivant se polarisent. La polarisation ainsi obtenue par l'action du courant continu se dissipe dans le temps, rapidement d'abord, puis de plus en plus lentement ensuite suivant une courbe à peu près *hyperbolique*.

2. La vitesse de dissipation de la polarisation tissulaire de l'homme vivant paraît entièrement indépendante de la résistance ajoutée au circuit des tissus polarisés ; cette vitesse est la même que le circuit extérieur aux tissus soit ouvert ou fermé.

3. Pour des conditions données (sujet et trajet du courant polarisant) le degré E_2 de polarisation croît avec l'*intensité*, croît avec la *durée* du courant polarisant, mais non suivant la proportion simple.

4. Il est très probable qu'il existe un véritable *maximum* de la polarisation des tissus (comme pour la polarisation des électrodes). Peut-être ce *maximum possible* est-il atteint dans certains accidents industriels ; on ne doit pas l'obtenir, semble-t-il d'après nos essais, dans la pratique galvanothérapique où l'on utilise des *densités* électriques relativement faibles.

Nous avons expérimenté avec des intensités de courant polarisant variant de 0,5 à 31,2 milliampères ; la durée des applications s'est étendue de quelques secondes à 100 minutes; la plus grande force électromotrice E_2 de polarisation, notée 30 secondes

après la rupture du courant polarisant, a été dans nos essais de 0,75 volt environ. Dans cette même expérience, on a noté dans le temps les valeurs suivantes de E_2 :

volt 0,751	après 25 secondes
0,571	» 5 minutes
0,466	» 10 »
0,202	» 51 »

5. La polarisation de l'homme vivant croît avec la *longueur* des tissus traversés par le courant continu. (Expériences : sujets mis en série, grands et petits sujets ; courant allant d'une main à l'autre, d'un pied à une main.) Mais elle ne dépend pas seulement de la longueur des tissus.

6. Si la polarisation dépend de la quantité q d'électricité utilisée pour polariser les tissus, elle dépend aussi de la façon dont q traverse le circuit. La polarisation tissulaire (dans les limites de nos essais tout au moins) est d'autant plus forte que la durée du flux électrique est plus petite : par exemple un courant 5 fois plus fort polarise davantage (près de 2 fois plus) qu'un courant 5 fois moindre mais de durée quintuple.

PHYSIQUE. — *Radioactivité des eaux d'Uriage-les-Bains (Isère).* Note de M. **Paul Besson**, présentée par M. d'Arsonval.

Nous avons mesuré la radioactivité des eaux minérales d'Uriage-les-Bains en juillet et août 1908.

Nous avons employé pour ces mesures l'électroscope (système Curie) modifié par MM. Chéneveau et Laborde, et construit par la Société centrale de produits chimiques.

MM. Chéneveau et Laborde devant donner une description complète de l'appareil, nous nous bornerons à rappeler que, dans ces électroscopes, on mesure à l'aide d'un microscope renfermant un micromètre oculaire la vitesse de décharge d'une feuille d'aluminium reliée à une électrode pouvant être placée à l'intérieur soit d'une enceinte contenant les minéraux radioactifs, soit d'un cylindre déperditeur renfermant les gaz radioactifs.

L'appareil est étalonné par rapport à l'oxyde d'uranium noir, la déperdition amenée par un disque de cette substance a été rapportée une fois pour toutes à celle produite par une quantité d'émanation de radium introduite dans le cylindre.

Les mesures sont exprimées en milligrammes-minute pour les gaz provenant de 10^l d'eau (action égale à celle produite par l'émanation provenant de *n* milligrammes de radium par minute). Les mesures ont été faites de la manière suivante : 3^l d'eau étaient portés à l'ébullition pendant 1 heure, les gaz recueillis sur le mercure étaient desséchés par la potasse et l'acide phosphorique, ils étaient ensuite introduits dans les cylindres déperditeurs. La mesure a été faite chaque fois au bout de 3 heures, période optima d'après Curie et Laborde.

Voici les résultats trouvés pour six opérations, deux chaque fois.

1° *Eau sulfureuse et salée (source principale)* :

Altitude.	Pression atmosphérique.	Radioactivité *n*.
m	mm	
415	745	$n = 0,012$
415	740	$n = 0,015$
415	735	$n = 0,018$

La radioactivité est donc en moyenne de 0,015, il semble qu'elle croisse quand la pression atmosphérique décroît.

Cette radioactivité nous paraît intéressante à signaler, vu la forte minéralisation des eaux d'Uriage : $10^g,539$ par litre, dont $6^g,0567$ de chlorure de sodium et $3^g,311$ de sulfates de chaux, magnésie et soude.

Cela concorde avec les travaux de M. Koffler sur la solubilité de l'émanation dans les solutions salines (*Phys. Zeitschr.*, 11 juin 1908, X).

Les eaux sont amenées du puits où elles émergent, à la température de 27°,25, à la buvette et aux bains par un siphon ; comme elles renferment environ $19^{cm^3},5$ d'azote par litre, il y a accumulation de gaz à la partie supérieure du siphon ; pour éviter le désamorçage, il y a un purgeur.

M. Massol a mesuré la radioactivité de ces gaz insolubles, qu'il a l'intention d'analyser au point de vue de leur teneur en argon, hélium, etc. ; nous avons été trop heureux de lui servir de préparateur. La radioactivité de ces gaz insolubles est environ quatre à cinq fois plus faible que celle trouvée par nous pour l'eau de la buvette et des bains et douches.

Les eaux sont donc parfaitement bien utilisées, et toute la radioactivité qu'elles peuvent contenir avec les gaz en solution (acide carbonique $3^{cm^3},2$ et acide sulfhydrique $7^{cm^3},443$) est parfaitement conservée.

Nous signalerons que la radioactivité décroît bien de moitié en quatre jours suivant la loi de Curie.

Les eaux conservées, leur dépôt évaporé ne présente pas trace de radio-

activité à l'appareil; les schistes du Lias voisins de l'émergence sont inactifs.

2° *Eau ferrugineuse :*

Cette eau a une radioactivité très faible, 0,003; elle n'est pas utilisée.

Les eaux ordinaires et les minéraux *sont inactifs.*

PHYSIQUE. — *Contribution à l'étude des lentilles.* Note de M. C. **Maltézos**, présentée par M. J. Violle.

Lentilles épaisses. — Dans une précédente Communication, j'ai eu l'honneur de faire connaître les équations des foyers et des images secondaires dans les lentilles infiniment minces. Maintenant nous tiendrons compte de l'épaisseur e de la lentille. *En ne considérant que les rayons centraux*, nous trouvons les équations suivantes, correspondant aux équations (1), (2) et (3) de la précédente Communication :

(1') [1] $$\frac{1}{f'_1} = \frac{n-1}{R'} + \cfrac{1}{-\frac{e}{n} + \cfrac{1}{\frac{n-1}{R} - \frac{1}{p}}},$$

(2') $$\frac{1}{f'_2} = \frac{n-1}{R} + \cfrac{1}{-\frac{e}{n} + \cfrac{1}{\frac{2n}{R'} + \cfrac{1}{-\frac{e}{n} + \cfrac{1}{\frac{n-1}{R} - \frac{1}{p}}}}},$$

(3') $$\frac{1}{p'_1} = \frac{n-1}{R'} + \cfrac{1}{-\frac{e}{n} + \cfrac{1}{\frac{2n}{R} + \cfrac{1}{-\frac{e}{n} + \cfrac{1}{\frac{2n}{R} + \cfrac{1}{-\frac{e}{n} + \cfrac{1}{\frac{n-1}{R} - \frac{1}{p}}}}}}}.$$

(1) En posant dans cette équation $p = \infty$, on trouve

$$\frac{1}{F_1} = (n-1)\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right) + \frac{e}{n}\left(\frac{n-1}{R}\right)^2,$$

qui est la formule connue pour les rayons centraux (voir J. Violle, *Optique*, p. 460).

Il faut noter que dans ces équations les distances se mesurent depuis le point considéré (point lumineux, image ou foyer), jusqu'à la face de la lentille la plus proche de ce point.

En posant dans ces équations $e = 0$, on retrouve les équations (1), (2) et (3) des lentilles infiniment minces.

Remarque. — L'usage des fractions continues limitées dans le problème qui nous occupe donne, ainsi qu'on le voit, une généralisation remarquable de ces équations. La fraction $\frac{1}{p_1}$ contient trois *réduites*, la fraction $\frac{1}{p_2}$ en contient cinq, la fraction $\frac{1}{p_3}$ en contient sept, et ainsi de suite.

Vérification expérimentale. — Nous avons dit précédemment que nous avons expérimenté avec deux lentilles en crown, l'une biconvexe et l'autre plan-convexe. L'épaisseur de la première a été trouvée égale à $9^{mm},3$ et celle de la seconde à $9^{mm},85$. Avec la lumière verte nous avons calculé, par l'équation (1) (voir la précédente Communication), l'indice (approximatif) de ces verres. Nous avons mesuré les distances aux lentilles des images et des foyers, et d'autre part nous avons calculé les mêmes distances avec les équations (2), (3) et (2') et (3') [1]. Les résultats de cette recherche sont consignés dans le Tableau suivant :

			F_2.			F'_2.			F_3.		
				Calculée			Calculée			Calculée	
Lentille.	n.	F_1.	mesurée.	par (2).	par (2').	mesurée.	par (2).	par (2').	mesurée.	par (3).	par (3').
Bi-convexe ...	1,5175	300	76,5	76,57	76,27	76	76,02	75,89	43,1 et 44,1 (²)	43,7	41,3 et 41,4
Plan-convexe (face d'entrée convexe)....	1,5165	188	98,5	94	97,4	»	»	»	26,6	27,4	23,65
Plan-convexe (face d'entrée plane)......	1,5165	188	»	»	»	28,8	32	28,6	27,7	27,4	24,07

De ce Tableau résulte que les valeurs des F_2, F'_2, calculées par (2'), concordent presque avec les nombres mesurés directement, tandis que celles de F_3, qui, par le calcul [par l'équation (3')] se trouvent presque identiques de part et d'autre de la lentille, montrent, par la mesure directe, une différence marquée. En outre, les nombres calculés par l'équation (3') sont toujours moindres que les nombres mesurés directement. Ces désaccords, surtout le premier, proviennent, comme tout porte à le croire, des irrégularités dans le travail de ces verres. [Voir CH. FÉRY, *Constantes des lentilles* (*Journal de Physique*, 1905).]

---

(1) Les nombres tirés de ces deux dernières équations ont été corrigés de la distance du milieu des faces de la lentille au plan passant par le point de repère du patin portant la lentille.

(2) En retournant la lentille.

Grandeur des images. — Pour calculer la grandeur des images des petits objets situés dans la direction de l'axe de la lentille, je considère les lentilles comme infiniment minces, et je néglige la marche des rayons dans l'intérieur de la lentille [1].

Le rapport des grandeurs linéaires de l'image du premier ordre à l'objet est donné, comme on sait, par la formule $G_1 = \frac{p_1}{F_1} - 1$. De même celui des images du deuxième ordre à l'objet est donné par $G_2 = \frac{p_2}{F_2} - 1$ et $G'_2 = \frac{p'_2}{F'_2} - 1$. Et celui de l'image du troisième ordre par $G_3 = \frac{p_3}{F_3} - 1$. La discussion de ces formules se fait sans difficulté.

On pourrait peut-être utiliser ces images secondaires, ou plutôt celles du troisième ordre, qui pour des distances convenables de l'objet sont très grandes, à observer des objets microscopiques et faire construire ainsi un microscope spécial; mais il faudrait un éclairement très intense de l'objet.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un monotéléphone à note réglable.* Note de M. A. **Blondel**, présentée par M. J. Violle.

La récente présentation par M. Abraham du monotéléphone de haute sensibilité et à note réglable qu'il a imaginé [2] a rappelé l'attention sur l'application, que j'ai signalée autrefois [3], du monotéléphone dans la télégraphie sans fil, pour le triage facile des communications venant simultanément de différents postes. Je crois donc intéressant de présenter, à cette occasion, à l'Académie le modèle de monotéléphone réglable que j'avais imaginé et fait construire, il y a quelques années, pour l'application de cette méthode de syntonie acoustique, en m'inspirant des travaux classiques de M. Mercadier, et tout en suivant une voie différente.

L'appareil consiste en une étroite lame rectangulaire en tôle de fer ou

---

(1) On conçoit que, si cela est permis pour les images du premier ordre, il n'est qu'une faible approximation pour les images du deuxième ordre, et une approximation grossière pour les images du troisième ordre. Par exemple avec la lentille plan-convexe, en plaçant devant la face plane, à la distance de 135^{mm}, un objet lumineux, nous obtenons une image réelle du deuxième ordre, dont l'agrandissement linéaire est calculé égal à 2,14, tandis que l'expérience nous l'a donné égal à 2,36.

(2) *Comptes rendus*, 26 octobre 1906.

(3) *Sur la syntonie dans la télégraphie sans fil* (*Comptes rendus*, 21 mai 1900).

d'acier, ou d'un métal quelconque, munie, à son extrémité libre, d'une mince plaquette de fer ([1]). Une des extrémités de la lame est fixée; l'autre est libre et placée en regard d'un petit électro-aimant parcouru par le courant du récepteur électrolytique ou analogue. La lame est en outre pincée en un point intermédiaire entre deux plaquettes serrées l'une contre l'autre par un ressort puissant et qu'une vis sans fin permet de déplacer parallèlement à elles-mêmes au moyen d'un guidage convenable. On peut ainsi faire varier à volonté le point d'encastrement effectif et la longueur de la lame vibrante jusqu'à l'obtention de la résonance correspondant au premier harmonique de la lame encastrée ([2]).

Cet appareil, bien que moins sensible que le monotéléphone de M. Abraham, a l'avantage d'une grande robustesse, et peut à ce point de vue être utilisé aussi comme fréquencemètre, en graduant convenablement une règle sur laquelle on lira les déplacements des plaquettes de serrage.

PHYSIQUE. — *La réaction de l'éther sur la matière comme cause de l'attraction universelle.* Note ([3]) de M. **O. Keller**, présentée par M. G. Humbert.

La matière pondérable est constituée, en dernière analyse, par des atomes primordiaux, tous égaux, que nous nommons *atomules*, caractérisés par un mouvement incessant d'une nature particulière. Ils vibrent avec une rapidité analogue à celle de la lumière, présentent de la stabilité et sont des sources d'énergie. Ils se distinguent nettement des atomes impondérables de l'éther qui, étant d'un ordre de grandeur plus petit, occupent leurs intervalles et remplissent le monde immatériel. De ce que l'éther incohérent est soustrait à l'attraction universelle, on peut induire qu'il en est l'indispensable agent et que c'est de lui que dérive la gravité.

Les mouvements des atomes se communiquant à de grandes distances

---

([1]) L'emploi d'un métal à faible amortissement tel que le bronze permet une résonance plus nette que le fer ou l'acier. La possibilité de changer le métal de la lame permet d'utiliser ce même appareil pour des fréquences plus variées qu'on ne les obtiendrait avec un seul métal.

([2]) On peut aussi employer un électro-aimant porté par les plaquettes mobiles et agissant sur la plaque vibrante près du point d'encastrement; disposition avantageuse aussi pour le fréquencemètre dont on parle ci-dessous.

([3]) Présentée dans la séance du 2 novembre 1908.

produisent ce qu'on appelle des *radiations*. Une radiation éthérée constitue une force : née d'une force matérielle à son point de départ, elle en manifeste une à son point d'arrivée, ce qui veut dire au contact de la matière.

L'expérience journalière confirme pleinement cette déduction qui est de la plus haute importance. On a reconnu, en effet, que toutes les radiations, lumineuses, thermiques, électriques, magnétiques, etc., exercent une action sensible sur les corps qu'elles viennent frapper.

Bien différent des gaz en ce qu'il n'est susceptible que d'une très faible compressibilité, l'éther transmet presque instantanément les efforts que lui impriment les vibrations matérielles, comme le démontre la propagation de la lumière. De ces efforts, par l'intermédiaire de la série de chocs qui se communiquent les uns aux autres suivant une direction donnée, les atomes éthérés rigides, il résulte la transmission d'une pression dont l'intensité dépend du choc initial et que vient subir tout atome matériel se trouvant sur le trajet de la radiation considérée.

L'existence d'une pression éthérée a été prévue par Maxwell; elle a été confirmée, même en dehors de la théorie électromagnétique relative à l'émission de la lumière, par M. Larmor, en s'appuyant sur les principes de la Thermodynamique; elle a été démontrée par M. Lebedew en faisant tomber un faisceau de lumière électrique sur un radiomètre à déflection et, plus récemment, mesurée par MM. Nichols et Hull à l'aide d'un bolomètre spécial. On est ainsi porté à admettre que des *pressions radiantes* sont exercées sur l'éther par les mouvements incessants des atomes et en particulier des atomules.

Suivant quelle loi se propagent-elles? Considérons comme étant isolé dans l'espace un atomule duquel émane une pression radiante égale en tous sens, analogue à un rayonnement. Soit F la totalité de cette force. Son intensité diminue à mesure qu'elle agit sur des atomes d'éther plus éloignés. Elle se répartit, en effet, sur des sphères d'éther, de diamètre croissant, qu'on peut imaginer concentriquement à l'atomule et se réduit, en passant de l'une à l'autre, en raison inverse de leur surface et, par suite, du carré de leur rayon.

Ainsi, à une distance x de l'atomule, la pression Y à laquelle est soumis l'éther n'est plus qu'une fraction de F donnée par l'équation

$$Y = \frac{F}{4\pi x^2}.$$

C'est celle d'une hyperbole du troisième degré dont les branches ont pour

asymptotes les deux axes rectangulaires des coordonnées. Au contact de l'atomule, de rayon ρ, on a

$$Y_1 = \frac{F}{4\pi\rho^2}.$$

D'autre part, pour $x = \infty$, $Y = 0$. La pression diminue d'une façon continue à partir de l'atomule, d'abord très rapidement, puis d'une manière beaucoup moins sensible jusqu'à l'infini.

Ceci posé, nous examinerons le jeu de l'éther entre deux atomules, A, B, séparés par une distance R et doués chacun d'une pression radiante égale, F. Prenons pour axe des x la ligne AB passant par leurs centres, pour axe des y la perpendiculaire menée par A, et traçons une seconde perpendiculaire au point B. Se développant à droite et à gauche de A et de B, quatre branches d'hyperbole du troisième degré, ayant pour asymptotes ces perpendiculaires d'une part et la ligne des x de l'autre, figureront les courbes des pressions dont l'éther est affecté suivant cette ligne. Les deux branches situées entre A et B sont de direction contraire et se coupent à mi-distance en un point projeté en C où les pressions se font équilibre. En un point quelconque P situé entre A et C, à la distance x de A, la pression Y émanée de l'atomule A est contrebalancée dans une certaine mesure par la pression y émanée de B. La résultante est $Y - y$. Pour un point P', symétrique de P, du côté opposé de A, il en est tout autrement. La pression y' émanée de B étant de même sens que celle provenant de A, laquelle a la valeur Y comme précédemment, s'ajoute à cette dernière. Leur résultante est $Y + y'$. En conséquence, l'atomule A se trouve actionné par des atomes d'éther exerçant sur ses deux faces opposées des pressions qui sont égales à celles que nous venons de calculer, en vertu du principe de l'égalité de l'action et de la réaction. La résultante f n'est autre que $y' + y$ et a pour valeur

$$f = \frac{F}{4\pi\rho^2}\left[\frac{1}{(R+x)^2} + \frac{1}{(R-x)^2}\right] = \frac{F}{2\pi\rho^2}\,\frac{R^2+x^2}{(R^2-x^2)^2}.$$

Au contact de l'atomule, où $x = \rho$, cette valeur se réduit à

$$f = \frac{F}{2\pi\rho^2}\,\frac{1}{R^2}.$$

Car ρ^2 est tout à fait négligeable au regard de R^2 si R est grand. La force f tend à pousser A vers B. Les deux atomules sont donc soumis à une *force attractive* qui est proportionnelle à leur demi-force radiante élémentaire et en raison inverse du carré de leur distance.

De là passons à deux corps sphériques homogènes A et B, dont les masses sont respectivement M et M'. On démontre qu'ils s'attirent comme si leur masse entière était concentrée en un point. Comme ces masses représentent des nombres proportionnels d'atomules, la force attractive s'accroît suivant la valeur de M pour le corps A et se multiplie par M' pour le corps B. Elle satisfait aux deux parties de la loi de Newton et opère exactement comme l'attraction universelle. Sa formule générale est

$$\Sigma f = K\frac{MM'}{R^2} \qquad \text{avec} \qquad K = \frac{F}{2\pi\rho^2}.$$

Si l'on calcule le coefficient K en partant de la valeur de g, en assimilant la terre à une sphère et en prenant 5,67 pour sa densité, on trouve que K égale à peine $0^{kg},65$ divisé par 10 milliards. Telle est l'expression du double de la radiation élémentaire.

Si l'attraction universelle n'éprouve aucune altération avec le temps, son coefficient est constant. C'est dire que les atomes matériels primordiaux émettent des pressions radiantes invariables, qu'ils conservent leur énergie. La matière elle-même est à la fois la cause et l'objet de l'attraction universelle avec l'éther pour agent.

CHIMIE. — *Le vrai poids atomique de l'argent d'après les expériences de Stas.* Note (¹) de M. **Louis Dubreuil**, présentée par M. D. Gernez.

Les considérations développées dans ma précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CXLVII, p. 629) démontrent que, contrairement à l'opinion admise jusqu'ici, il est généralement impossible de déduire la valeur véritable d'un poids atomique de la mesure d'un seul rapport analytique. J'ai montré comment l'application de la méthode des moindres carrés permet de déterminer pour chaque expérience la valeur la plus probable de tous les poids atomiques qui y figurent.

C'est seulement en comparant les valeurs ainsi déterminées pour un même corps qu'on pourra calculer son poids atomique vrai : le résultat sera d'autant plus probable que le nombre de méthodes utilisées sera plus grand : le poids atomique véritable devient ainsi une sorte de limite qu'on atteint pratiquement par la comparaison d'un nombre extrêmement grand de dé-

(¹) Présentée dans la séance du 2 novembre 1908.

terminations; inversement, une fois cette limite atteinte, il est possible d'en déduire les erreurs constantes dues à la méthode et à l'expérimentateur, les autres erreurs devant être obtenues par une discussion particulière dans chaque cas.

La connaissance du poids atomique de l'argent présente une importance considérable, ce métal ayant été pris comme terme de comparaison dans un grand nombre de mesures. Je me propose d'établir ici sa valeur, telle qu'elle résulte des déterminations de Stas publiées dans ses *Œuvres complètes*.

J'indique ci-dessous, à titre d'exemple, le calcul complet pour un seul rapport analytique. Pour les autres, je me borne à donner le résultat correspondant au nombre moyen déterminé par Stas.

Soit par exemple le rapport $\frac{2\,Ag}{SO^4Ag^2}$ déterminé par Stas en réduisant un poids connu de sulfate d'argent (*Œuvres*, t. I, p. 410).

Avec les notations de ma Note précédente, on a

$$R = \frac{216}{312} = 0,692\,307.$$

Posons

$$Ag = 108 + x, \qquad O = 16 + y, \qquad S = 32 + z.$$

$$e_x = \frac{216,2}{312,2} - \frac{216}{312} = 0,692\,504 - 0,692\,307 = \quad 0,000\,197.$$

$$e_y = \frac{216}{312,4} - \frac{216}{312} = 0,691\,421 - 0,692\,307 = -0,000\,886,$$

$$e_z = \frac{216}{312,1} - \frac{216}{312} = 0,692\,085 - 0,692\,307 = -0,000\,222.$$

En exprimant toutes les quantités e en unités du cinquième ordre décimal, l'équation d'Hinrichs (¹) devient

$$197x - 886y - 222z = e.$$

La condition $x^2 + y^2 + z^2 =$ minimum nécessite, comme je l'ai montré,

$$\frac{x}{197} = \frac{y}{-886} = \frac{z}{-222} = \frac{197x - 886y - 222z}{\overline{197}^2 + \overline{886}^2 + \overline{222}^2} = \frac{e}{873\,089},$$

(¹) Dans une lettre récente, M. Hinrichs m'informe qu'il avait déjà fait subir à son équation de condition une correction équivalente à celle que j'y ai apportée. Je lui donne très volontiers acte de sa réclamation : au cours de mon travail la modification en question m'avait échappé.

d'où

$$x = \frac{197\,e}{873\,089} = 0{,}000\,225\,e,$$

$$y = -\frac{886\,e}{873\,089} = -0{,}001\,014\,e.$$

$$z = -\frac{222\,e}{873\,089} = -0{,}000\,254\,e.$$

Stas donne comme valeur moyenne du rapport pour six déterminations 0,69203, les valeurs extrêmes étant 0,69197 et 0,69207, soit pour e les valeurs — 27, — 33, — 23, d'où :

e.	x.	y.	z.	Ag	O.	S.
−27 (moy.)	−0,006075	0,027378	0,006858	107,995925	16,027378	32,006858
−33 (max.)	−0,007425	0.033462	0,008382	107,992575	16.033462	32,008382
−23 (min.)	−0.005175	0,023322	0,005842	107,994825	16.023322	32.005842

Tous les rapports énumérés ci-dessous ont été soumis au même mode de calcul : les résultats ont été conservés jusqu'à la quatrième décimale en forçant cette dernière si la cinquième est supérieure à 5 :

Rapport à l'argent.	Référence (Stas).	Résultat moyen.	Rapport à l'argent.	Référence (Stas).	Résultat moyen.
AgCl	T. I, p. 335	108,0086	NaCl..........	T. I, p. 370	107,9894
AgCl	T. I, p. 339-341	108,0077	NaCl	T. I, p. 729-779	107,9913
I	T. I, p. 581	108,0281	LiCl	T. I, p. 710	107,9979
AgI...........	T. I, p. 581	108,0313	KBr...........	T. I, p. 747	107,9449
Ag^2S..........	T. I, p. 349	107.9783	NaBr	T. I, p. 801	107.9758
KCl	T. I, p. 363-364	107,9622	AzH^4Br.......	T. I, p. 806	107,9952
KCl	T. I, p. 777	107,9580	AzO^3Ag	T. I, p. 346	107,9953
KCl	T. III, p. 516-539	107,9573	AzO^3Ag fondu.	T. I, p. 346	107,9961
AzH^4Cl.......	T. I, p. 378-478	107,9983	SO^4Ag^2	T. I, p. 410	107,9939
$\frac{KCl}{AzO^3Ag}$	T. I, p. 381	107,9925	$\frac{AgBr}{BrO^3Ag}$	T. I, p. 633	107,9991
$\frac{AzH^4Cl}{AzO^3Ag}$	T. I, p. 382	107,9992	$\frac{AgI}{IO^3Ag}$	T. I, p. 623-628	107,9990
$\frac{AgCl}{ClO^3Ag}$	T. I, p. 643	107,9986			

Moyenne générale 107,9921

L'examen de ce Tableau montre immédiatement que les valeurs du poids atomique de l'argent ainsi déterminées sont extrêmement voisines de 108 : les écarts les plus considérables sont en dix-millièmes 313 en plus pour le

rapport AgI : Ag et 551 en moins pour le rapport KBr : Ag ; mais la grande majorité est inférieure à 100 en plus ou en moins.

Conclusion. — Étant donné que tous ces résultats sont empruntés à un même expérimentateur, et que l'écart change de signe en passant par zéro, il n'est pas téméraire d'affirmer que le vrai poids atomique de l'argent est 108, dont l'écart n'est que + 0,0079 de la moyenne générale des résultats de Stas. Ce résultat est d'ailleurs d'accord avec les déterminations faites par d'autres expérimentateurs, et dont l'examen fera l'objet d'une Communication ultérieure.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les alliages de silicium et d'argent.* Note ([1]) de M. G. **Arrivaut**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Divers composés contenant du silicium et de l'argent ont été signalés par plusieurs auteurs. Dès 1856, Wöhler ([2]), en faisant agir l'hydrogène silicié, qu'il venait de découvrir, sur le nitrate d'argent, obtint une substance noire précipitée qu'il dit être un siliciure d'argent mêlé d'argent. Plus tard, Warren ([3]) prépara des régules de « siliciure d'argent » bien fondus; enfin, de Chalmot ([4]), au four électrique, estime avoir formé une véritable combinaison cristallisée. Cependant, contrairement à ces assertions, Percy ([5]) et plus récemment Moissan ([6]) et Vigouroux ([7]) ont affirmé à plusieurs reprises que le silicium et l'argent ne se combinaient pas.

En présence de ces divergences, il m'a paru bon de soumettre la question à des recherches systématiques, ce que j'ai essayé de faire par la méthode de l'analyse thermique du professeur Tammann.

([1]) Présentée dans la séance du 2 novembre 1908.

([2]) F. Wöhler, *Sur l'hydrogène silicié* (*Bull. de la Soc. royale de Gottingen*, 1858; *Ann. Ch. phys.* 3e série, t. LIV, 1858, p. 222).

([3]) Warren, *Action of silicon on the metals : gold, silver, platinum and mercury* (*Chem. News*, t. LX, 1889, p. 5; t. LXVII, 1893, p. 303).

([4]) De Chalmot, *On silicides* (*Am. Chem. J.*, t. XVIII, 1896, p. 95).

([5]) Percy, *Silver and Gold*, t. L, p. 131.

([6]) Moissan, *Action du silicium sur le fer, le chrome et l'argent* (*Comptes rendus*, t. CXXI, 1895, p. 625). Moissan et Siemens, *Étude de la solubilité du silicium dans l'argent* (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1299).

([7]) E. Vigouroux, *Action du tétrachlorure de silicium sur l'argent et le cuivre* (*Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 1214).

Les résultats obtenus sont résumés dans le Tableau ci-dessous et représentés graphiquement dans la figure ci-contre.

Si pour 100.	Température de la première cristallisation.	Température eutectique.	Poids de l'alliage en grammes.	Durée de la cristallisation eutectique en secondes.
0.......	950			
2.......	905	830°	20g	90″
4.......	870	830	20	140
5.......	940	830	20	160
7.......	1035	830	20	120
10.......	1130	825	20	100
20.......	1255	820	20	90
30.......	1290	820	18	85
40.......	1320	820	16	75
50.......	1340	820	14	57
60.......	1350	825	13	46
70.......	1365	820	12	33
80.......	1380	830	11	20
90.......	1395	»	11	»
95.......	1405	»	10	»
98.......	1410	»	10	»
100.......	1415	»	»	»

Comme on le voit, le liquidus se compose de deux branches de courbes partant respectivement des points de fusion de l'argent (950°) et du silicium (1415°) et se coupant vers 800° en un point correspondant à une concentration voisine de 5 pour 100 de silicium. Le solidus ne comprend que la droite horizontale passant par le point eutectique et s'étendant de 0 à 90 pour 100 de silicium.

Le silicium et l'argent ne donnent donc point de combinaison.

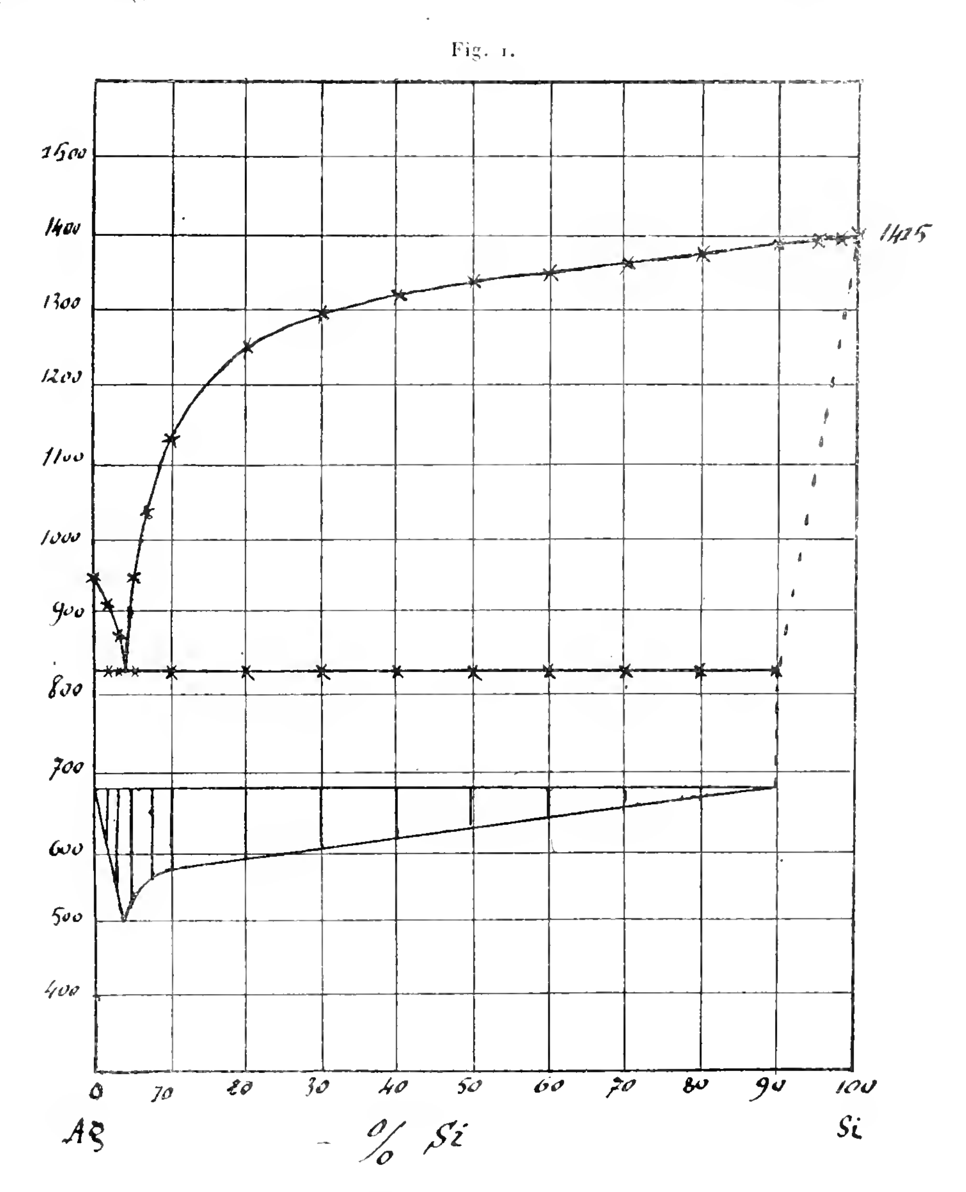
Quant à la miscibilité à l'état solide, la considération des durées de cristallisation eutectique conduirait à admettre l'existence de cristaux mixtes de silicium et d'argent, saturés à partir de 10 pour 100 d'argent.

Mais l'analyse des cristaux isolés de l'alliage à 50 pour 100 ne paraît pas confirmer cette prévision.

Remarque. — Dans les fusions riches en silicium (40, 50, 60 pour 100), j'ai remarqué sur le régule une petite perle blanche se détachant nettement

sur le fond gris bleu du silicium légèrement oxydé. Ceci peut s'expliquer par une augmentation de volume du silicium au moment de sa solidification,

Fig. 1.



la partie demeurée fluide, c'est-à-dire l'eutectique, se trouvant alors chassée au dehors. L'analyse de cette perle donne en effet Si = 4,80, Ag = 94,85 pour 100.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'identité de l'alcool ilicique avec l'amyrine-α.* Note de MM. É. **Jungfleisch** et H. **Leroux**.

J. Personne a isolé dans la glu des oiseleurs, fournie par le houx commun, un principe cristallisé dont l'étude a été poursuivie par M. J. Personne fils (*Comptes rendus*, t. XCVIII, 1884, p. 1585). Ce principe a été caractérisé comme un alcool et la formule $C^{25}H^{44}O$ lui a été attribuée; un éther acétique a été décrit. La glu est surtout constituée par divers éthers de cet alcool. Le rapprochement de l'alcool ilicique avec les principes des résines forme l'objet de la présente Note.

Les produits du travail de MM. Personne étant restés dans la collection de M. Jungfleisch, il a été possible tout d'abord de constater que l'aspect et les propriétés rapprochent beaucoup l'alcool ilicique des amyrines qui se rencontrent dans diverses résines. Les compositions données sont un peu différentes; mais les écarts entre les chiffres d'analyse pouvant provenir des difficultés particulières que présente la combustion de ces composés, il nous a paru utile de comparer l'alcool ilicique avec les amyrines.

L'alcool ilicique préparé par Personne constitue de belles aiguilles incolores, fusibles à 175°, ayant l'apparence commune aux deux amyrines. Après deux ou trois cristallisations dans l'alcool, la température de fusion s'est fixée à 181°-181°,5, point de fusion de l'amyrine-α. Le pouvoir rotatoire, observé sur une solution benzénique à 4^g pour 100^{cm^3}, est $\alpha_D = +91°,8$; dans les mêmes conditions, l'amyrine-α, qui a donné à M. Vesterbeerg $\alpha_D = +91°,6$, nous a fourni des valeurs semblables.

L'analyse de l'alcool ilicique nous a donné $\frac{84,40}{100}$ de carbone et $\frac{11,89}{100}$ d'hydrogène, alors que les moyennes des chiffres trouvés par M. Personne fils sont 83,36 et 12,60. Nos résultats correspondent ainsi à la formule $C^{30}H^{50}O$, qui est celle des amyrines ($C = 84,50$; $H = 11,73$). Ils sont d'ailleurs confirmés par l'analyse du benzoate d'ilicyle: celui-ci nous a donné, à la combustion, 83,63 de carbone et 10,37 d'hydrogène, alors que la formule $C^{30}H^{49} - CO^2 - C^6H^5$ exige 83,77 de carbone et 10,19 d'hydrogène. La composition de l'alcool ilicique et celle des amyrines sont donc identiques.

L'identité de l'alcool ilicique avec l'amyrine-α est, en outre, établie par la comparaison des éthers acétiques et des éthers benzoïques de ces alcools.

L'éther acétique de l'alcool ilicique, préparé par l'action de l'anhydride acétique sur cet alcool en présence d'acétate de sodium, fond à la même température, 220°, que l'éther acétique de l'amyrine-α. Le point de fusion donné par M. Personne fils, pour l'acétate d'ilicyle, est 204°-206°; mais, un échantillon d'éther préparé par lui ayant été soumis à des cristallisations dans l'éther de pétrole, le point de fusion a atteint 220°.

Dans les deux cas, les éthers cristallisent en lames trop minces pour qu'on puisse les déterminer géométriquement. M. Wyrouboff a pu cependant examiner leurs propriétés optiques; il les a trouvées semblables.

Les pouvoirs rotatoires des éthers des deux origines sont égaux : acétate d'ilicyle en solution à $3^g,6$ pour 100^{cm^3} dans la benzine, $\alpha_D = +77,9$; acétate d'amyryle-α, dans les mêmes conditions, $\alpha_D = +77,0$.

L'éther benzoïque de l'alcool ilicique a été obtenu en faisant agir sur l'alcool ilicique le chlorure benzoïque additionné de pyridine. Purifié finalement par des cristallisations dans l'alcool éthylique, puis dans l'acétate d'éthyle, il constitue une poudre cristalline, fusible à 192°, présentant les mêmes propriétés que l'éther benzoïque de l'amyrine-α. Observé sur une solution benzénique à $3^g,4$ pour 100^{cm^3}, le pouvoir rotatoire est $\alpha_D = +93°,10$; nous avons trouvé $\alpha_D = +93°,58$ pour celui de benzoate d'amyrine-α, observé dans les mêmes conditions.

Les circonstances de la cristallisation des benzoates des deux origines sont très caractéristiques; le corps est, en effet, dimorphe. Si l'on abandonne à l'évaporation spontanée les solutions acétoniques de benzoate d'ilicyle ou de benzoate d'amyrine-α, on constate la formation, parfois séparée, parfois simultanée, de deux sortes de cristaux. Les uns sont de très longues aiguilles soyeuses, groupées en sphères volumineuses; les autres forment des prismes à facettes brillantes, qui acquièrent bientôt d'assez grandes dimensions. Quand on amorce avec un cristal de l'une ou de l'autre forme une solution acétonique, en refroidissement ou en évaporation spontanée à froid, la forme ensemencée se dépose seule. Dans une cristallisation contenant le produit sous ses deux formes réunies, celles-ci peuvent coexister pendant plusieurs jours; il semble cependant que la forme prismatique s'accroisse lentement aux dépens de l'autre. Les cristaux aiguillés fondent immédiatement lorsqu'on les projette sur le bloc Maquenne chauffé à 170°; de quelque manière qu'on les chauffe, les cristaux prismatiques fondent à 192°. Après fusion à 170° et solidification par refroidissement du liquide de fusion, la matière qui constituait les cristaux aiguillés fond, quand on la chauffe, à 192° seulement, c'est-à-dire à la même température que les cristaux prismatiques. Les cristaux aiguillés ayant été fondus à 170°, le liquide de fusion, chauffé progressivement au-dessus de cette température, se solidifie bientôt à la surface du bloc, puis la masse qu'il fournit fond de nouveau à 192°. Si l'on chauffe lentement sur le bloc les cristaux qui fondent à 170° par chauffage brusque, ils ne fondent plus à 170° et n'entrent en fusion qu'à 192°. Enfin les cristaux aiguillés, maintenus à l'étuve à 110°, se modifient peu à peu; après 15 heures, ils fondent à 192°.

Les cristaux aiguillés sont cristallographiquement indéterminables. M. Wyrouboff a bien voulu, et nous l'en remercions, étudier les cristaux prismatiques. Ceux-ci sont orthorhombiques, la forme et les propriétés optiques étant les mêmes pour les benzoates des deux origines. L'étude détaillée de M. Wyrouboff sera publiée ailleurs.

Ces particularités dans la cristallisation, reproduites par le benzoate d'ilicyle et le benzoate d'amyryle-α, ne laissent aucun doute sur l'identité de l'alcool ilicique avec l'amyrine-α. Elles mettent en évidence une fois de plus les difficultés présentées par l'étude de ces composés voisins des cholestérines, qui jouent un rôle important dans la composition des résines végétales.

MM. E. Divers et M. Kavakita ont publié (*Journ. of the chem. Soc.*, 1888, p. 268) une étude de la glu japonaise, fournie par l'*Ilex integra*. Ils ont indiqué la présence dans cette matière des éthers de deux alcools, l'alcool mochylique et l'alcool ilicylique; sous ce dernier nom, les auteurs distinguent de l'alcool ilicique de Personne un alcool qu'ils reconnaissent comme très voisin et qui leur à fourni a l'analyse des chiffres presque identiques.

M. Andreio Mora a extrait d'une oléorésine fournie par le *Dacryodes hexandra* une substance qu'il a considérée comme probablement identique avec l'alcool ilicique de Personne.

Il serait intéressant de rapprocher ces substances d'origines diverses. Leur comparaison apporterait vraisemblablement quelque simplification dans l'histoire encore insuffisamment précise des principes constitutifs des résines.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la spartéine. Nouveau mode de cyclisation de l'α-méthylspartéine, par l'action de l'iode.* Note de M. **Amand Valeur**, présentée par M. A. Haller.

L'α-méthylspartéine obtenue, à côté de la β-méthylspartéine, par Ch. Moureu et A. Valeur (*Comptes rendus*, t. CXLV, p. 929), en décomposant par la chaleur l'hydrate de méthylspartéïnium, est incontestablement une base non saturée, puisqu'elle réduit à froid le permanganate de potassium en liqueur sulfurique. Néanmoins les essais que j'ai tentés pour réduire cette

base, soit par le sodium et les alcools éthylique et amylique, soit par l'étain et l'acide chlorhydrique, se sont montrés infructueux. Au contraire, l'α-méthylspartéine fixe aisément le brome et l'iode; mais cette fixation, au moins en ce qui concerne l'iode, cas que j'ai particulièrement étudié, s'accompagne d'une isomérisation.

La réaction de l'iode sur l'α-méthylspartéine s'effectue le mieux en solution alcoolique. Il convient, pour éviter la formation de periodure, d'employer un peu moins que la quantité théorique d'iode; on obtient ainsi un précipité qu'une cristallisation dans l'alcool bouillant donne à l'état de pureté.

Ce composé possède la formule d'une *diiodo-α-méthylspartéine*

$$C^{15}H^{25}N^2(CH^3)I^2;$$

il fond à 177°-178° (non corrigé).

Ce dérivé diiodé ne se comporte pas comme un simple produit d'addition. Il possède en effet une réaction très faiblement alcaline: il est insoluble dans l'éther. De plus, quand on le traite en milieu aqueux par l'oxyde d'argent fraîchement précipité, il fournit une solution *fortement alcaline* qui précipite par addition d'iodure de potassium en donnant de nouveau le produit diiodé fusible à 177°-178°.

L'oxyde d'argent, en déterminant le remplacement de 1^{at} d'iode par un oxhydryle, a donc donné naissance à un hydrate d'ammonium quaternaire que l'iodure de potassium a transformé en iodure correspondant.

Il résulte de ces faits que, dans la diiodo-α-méthylspartéine, un des atomes d'iode est fixé à l'azote et que, par suite, la diiodo-α-méthylspartéine doit être considérée comme l'*iodométhylate d'une base iodée*.

Dans l'action de l'iode sur la base, il se forme, intermédiairement sans doute, le produit d'addition normal

```
                CH                                   CH
               /|\                                  /|
     CH²/       | \CH — C⁸H¹⁴N          CH²/        | /CH — C⁸H¹⁴N
       |        |  |                      |         |  |
       |       CH=|CH²         + I² =     |       CHI—|CH²I
       |           |                      |            |
     CH²|          |CH²              CH²|              /CH²
         \        /                       \          /
          N — CH³                          N — CH³
             I.                                II.
      α-méthylspartéine.                    Diiodure.
```

La cyclisation de ce diiodure en iodométhylate iodé peut *a priori* s'opérer de deux manières différentes, suivant que l'un ou l'autre des atomes d'iode

émigre sur l'azote :

```
            CH                                  CH
          / | \                               / | \
  CH²    /  |  \ CH — C⁸H¹⁴N         CH²     /  |  \ CH — C⁸H¹⁴N
   |        CHI   |                   |      CH — | CH²I
   |         |    |                   |          |   |
   |        CH²   |                   |          |   |
  CH²        |   CH²                 CH²         |  CH²
      \      |   /                       \       |
          N ⟋ CH³                             N ⟋ CH³
              I                                   I
             III.                                IV.
```

La première de ces formules représente l'iodométhylate d'une spartéine iodée; la seconde, l'iodométhylate d'une isospartéine iodée. Par réduction du composé diiodé, on devait donc obtenir soit l'iodométhylate de spartéine (V), soit l'iodométhylate d'isospartéine (VI) :

```
            CH                                  CH
          / |  \                              / |
  CH²       |   \ CH — C⁸H¹⁴N        CH²        |      CH — C⁸H¹⁴N
   |       CH²    |                   |        CH—  | CH³
   |        |     |                   |         |   |
   |       CH²    |                   |         |   |
  CH²       |    CH²                 CH²        |  CH²
            |                                 \ | /
          N   CH³                              N   CH³
              I                                    I
             V.                                   VI.
```

dérivant respectivement des formules III et IV.

L'action du zinc et de l'eau, ou du zinc et de l'acide acétique, sur le dérivé diiodé fournit exclusivement de l'α-méthylspartéine par enlèvement simultané de 2^{at} d'iode. Au contraire, au moyen de l'acide iodhydrique et du phosphore à 120°, j'ai pu réaliser la transformation de la diiodo-α-méthylspartéine en iodométhylate d'isospartéine (VI).

La constitution représentée par la formule IV semble donc appartenir au produit de l'action de l'iode sur l'α-méthylspartéine, qui serait ainsi l'iodométhylate d'une iodo-isospartéine.

Il faut cependant faire une réserve en ce qui concerne la réduction du dérivé diiodé par l'acide iodhydrique et le phosphore; la formation de l'iodométhylate d'isospartéine au cours de cette opération pourrait, en

effet, résulter de l'isomérisation, sous l'influence de l'acide iodhydrique, de l'α-méthylspartéine formée dans une première phase de la réaction.

Quoi qu'il en soit, les résultats qui précèdent méritent d'être rapprochés de ceux que Willstætter (*Berichte*, t. XXXIII, 1900, p. 365) a obtenus dans l'action des halogènes sur la diméthylpipéridine et confirment une fois de plus l'analogie qui existe entre cette base et l'α-méthylspartéine [1].

MINÉRALOGIE. — *Les roches éruptives du Gebel Doukhan (Mer Rouge).* Note [2] de M. **Couyat**, présentée par M. A. Lacroix.

Le G. Doukhan est connu parmi les montagnes égyptiennes, qui bordent la Mer Rouge, par les porphyres rouges qu'y ont exploités les Romains.

Après Burton et Wilkinson en 1823, Lefebvre en 1837, MM. Barron et Hume parcoururent, en 1898, cette partie du Désert arabique, qu'ils décrivirent dans quelques pages d'un long et intéressant Mémoire [3].

J'ai pu étudier attentivement cette contrée au cours d'une mission que m'avait confiée l'École française du Caire, et voici le résumé sommaire de mes observations sur la nature et la succession des roches éruptives qu'on y rencontre. J'étudierai en détail la pétrographie du G. Doukhan dans un travail en voie d'achèvement.

Le G. Doukhan et ses contreforts G. Om Sidri, Kufra et Om Messaïd sont constitués par des sédiments de nature schisteuse, traversés par de nombreux filons et bosses de roches éruptives; ils ont pour substratum un massif granitique, qui reparaît au delà, formant les G. Gattar, Abou Hamra, Abou Harba et Abou Maroua.

Conglomérats et schistes. — La formation la plus ancienne est représentée par un conglomérat verdâtre, connu sous le nom de *brèche universelle* ou *polygénique*. On la retrouve plus au Sud, au moins jusqu'à la route de Kéneh à Kosseïr, où les Égyptiens l'ont exploitée dès la cinquième dynastie dans l'ouadi Hammamat.

Son examen microscopique y décèle des fragments de quartz, de schistes, de grès, d'andésites et d'obsidiennes. Plus au Nord, on y trouve des galets très décomposés de granites, de microgranites et de rhyolites (G. Dara). La présence de roches éruptives dans ce conglomérat nous montre qu'il y a une série granitique et andésitique antérieure à celle que j'étudie ci-après; mais elle n'a pu être trouvée en place. La *brèche*

---

(1) Amand Valeur, *Comptes rendus*, t. CXLVII, 1908, p. 129.

(2) Présentée dans la séance du 2 novembre 1908.

(3) *Report on the Geology of the Eastern desert of Egypt*. Cairo, 1898.

universelle est surmontée de schistes ardoisiers, entremêlés de bancs de schistes gréseux, de schistes rouges et même de calcaires marmoréens (G. Urf).

Au milieu de ces sédiments se trouvent des bosses et des filons de microgranites, de micropegmatites, de diorites, d'andésites et de labradorites. Le granite et les filons de microgranites, de rhyolites et de diabases qui l'accompagnent sont nettement postérieurs à la série éruptive qui précède.

Microgranites et micropegmatites antérieurs au granite. — Ces roches se trouvent en bosses dans les schistes en différents endroits de la crête principale du Doukhan. Les premières sont assez variées de composition. On y distingue en général des phénocristaux de quartz, d'orthose, d'albite-oligoclase (Ab_6An_1) et de hornblende verte. Les microlites sont de même nature. Les feldspaths des micropegmatites sont des associations microperthitiques d'orthose et d'anorthose.

L'analyse chimique de ces deux roches donne les résultats suivants :

SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	TiO^2.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	P^2O^5.	P.F.	Total.
67,4	16,2	0,8	1,8	0,6	1,1	2,4	6,6	3,2	n.d.	0,6	100,7
76,5	11,0	1,3	0,25	0,3	0,1	tr.	6,6	5,1	0,0	0,2	101,35

Diorites et microdiorites. — Les diorites et les microdiorites forment des bosses ou des filons dans les schistes; on les trouve aussi en enclaves dans le granite. Elles sont constituées par de l'apatite, de la titanomagnétite partiellement décomposée en sphène, de la hornblende actinolitique vert pâle, peu biréfringente, provenant de la décomposition d'une hornblende jaune brun plus ferrifère; le feldspath est de l'oligoclase-andésine (Ab_3An_2); la biotite y est rare. On y trouve aussi de l'augite partiellement ouralitisée. Il existe une diorite à feldspath plus basique, constituée uniquement par du labrador Ab_3An_4. Les microdiorites sont en filons dans les diorites; elles ont la même composition minéralogique, mais leur feldspath est également du labrador Ab_3An_4. Toutes ces roches sont quartzifères.

Voici l'analyse de ces deux types de diorites :

SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	TiO^2.	MgO	CaO.	Na^2O.	K^2O.	P^2O^5.	P.F.	Total.
64,4	15,5	1,1	2,5	1,2	2,1	3,6	7,0	2,9	n.d.	0,5	99,6
58,3	18,0	4,5	2,0	1,0	2,3	5,5	5,4	1,7	n.d.	1,8	100,5

Andésites. — Ces roches, qui sont des andésites amphiboliques à hornblende, ont des phénocristaux de hornblende verte et de feldspath andésine automorphes. Les microlites sont de l'andésine et de la hornblende. Quant au quartz, il est, comme dans les labradorites, d'origine secondaire. Voici la composition chimique d'une de ces roches :

SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	TiO^2.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	P^2O^5.	P.F.	Total.
64,3	16,4	1,85	2,5	0,45	3,0	4,7	4,3	2,0	n.d.	0,6	100,1

C'est à cette famille qu'appartient le porphyre rouge antique.

Labradorites. — Les labradorites sont très variées d'aspect : tantôt compactes, tantôt porphyriques; généralement, des phénocristaux allongés jusqu'à atteindre 2^{cm} à 3^{cm}, et constitués par du labrador Ab_3An_4, se détachent sur une pâte noire ou ver-

dâtre, très cristalline, et composée de microlites allongés de labrador $Ab_1 An_1$ et d'augite très ouralitisée. L'apatite, la titanomagnétite et le sphène sont en grande abondance. Quant à la biotite, elle résulte de l'altération de l'amphibole. Composition chimique :

SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	TiO^2.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	P^2O^5.	P.F.	Total.
57,0	18,1	4,3	1,9	1,2	2,5	6,0	6,2	2,7	n.d.	0,8	100,7

Granites. — La série éruptive précédente repose sur un granite à gros grain, rose pâle, qui, avec quelque peu d'apatite, de zircon et de sphène, contient de la biotite et de l'allanite donnant à leur contact de larges auréoles polychroïques. En certains points du massif, on y trouve de la hornblende. Les feldspaths sont constitués par des perthites d'orthose et d'anorthose, par de l'albite et de rares cristaux d'oligoclase. Le quartz y est transparent, contrairement à ce qu'on voit dans un facies de variation de cette roche, représenté par un granite rouge brique, à quartz laiteux, hololeucocrate (rares cristaux de biotite et d'allanite) : dans cette dernière roche, les feldspaths sont des perthites d'orthose et d'anorthose englobant quelques petits cristaux d'oligoclase. Ce granite couvre de grandes étendues dans les montagnes de la Mer Rouge.

Ces deux granites ont respectivement la composition chimique suivante :

SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	TiO^2.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	P^2O^5.	P.F.	Total.
71,7	14,0	0,6	1,1	0,5	0,3	1,0	6,0	4,9	n.d.	0,2	100,3
73,9	13,6	1,4	0,5	0,2	0,3	0,4	4,4	4,4	0,0	0,5	99,6

Microgranites et rhyolites postérieurs au granite. — Ces roches forment des filons; elles sont indépendantes ou associées, la seconde formant dans ce dernier cas les salbandes de l'autre. Elles sont extrêmement variées de couleur, de structure et de composition minéralogique. Les éléments colorés, biotite et hornblende, s'y trouvent en faible quantité. Les feldspaths, phénocristaux ou microlites sont constitués par de l'orthose ou des perthites d'orthose et d'anorthose seuls ou associés à de l'albite ou à de l'albite-oligoclase. Le quartz est *grenu* ou *globulaire*.

Composition chimique de ces roches :

SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	TiO^2.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	P.F.	Total.
76,7	11,7	1,0	0,6	0,2	tr.	tr.	6,5	4,5	0,2	101,4

ANTHROPOLOGIE. — *Découverte d'un squelette humain quaternaire, chelléo-moustérien.* Note de M. **Émile Rivière**, présentée par M. Bouchard.

Le 1er octobre 1905, j'annonçais au Congrès préhistorique de France, dont j'avais l'honneur de présider, à Périgueux, les premières assises, la découverte, dans l'Abri-sous-Roche du Moustier-de-Peyzac (Dordogne), la découverte, dis-je, d'un squelette humain préhistorique, quaternaire, à peu près entier, un squelette de femme.

La Note, très courte, que je présentais alors, avait seulement pour but de prendre date. J'estimais, en effet, que de nouvelles fouilles dans le gisement où il avait été trouvé, ainsi qu'une étude minutieuse de ce milieu, de sa faune et de l'industrie paléolithique qu'il renfermait, étaient indispensables pour déterminer, *en toute certitude,* la période des temps primitifs à laquelle ces restes humains appartenaient.

Ces nouvelles fouilles, je viens de les faire, grâce à la *Commission des recherches scientifiques*, qui, sur la demande de M. le professeur Bouchard, président de l'Académie, a bien voulu me les faciliter. Je les ai faites en des points différents du gisement. Les résultats étant absolument les mêmes dans chacune de ces fouilles, je les résume ainsi qu'il suit.

Le sol était absolument vierge de toutes recherches quand j'en ai commencé l'exploration. Il n'avait jamais subi non plus *aucun* remaniement de quelque nature qu'il fût. Il était identiquement le même dans la couche du squelette que dans son voisinage le plus proche ou le plus éloigné, quelles que soient la profondeur ($1^{m},15$) que mes fouilles aient atteinte et la distance les séparant. Le microscope et l'analyse chimique y ont montré la présence de matières charbonneuses, de cendres et de minuscules fragments osseux provenant certainement des ossements d'animaux dont j'ai recueilli quelques diaphyses brisées et fendues par la main de l'homme.

La faune y est des plus rares comme débris et surtout comme espèces animales. Elle y est représentée :

1° Par un Pachyderme, le *Rhinoceros tichorhinus* ou le *Rhinoceros Merckii:* le fragment de dent molaire inférieure qui en provient est trop incomplet pour nous avoir permis, à M. Boule, professeur de Paléontologie au Muséum, et à moi, de le déterminer exactement. Par contre, cependant, le Dr Ewald Wust, privat-docent de Géologie et de Paléontologie à l'Université de Halle, qui, se trouvant de passage au Moustier lors de mes fouilles du mois d'août dernier, a vu et examiné cette dent, l'a considérée comme celle, très probablement, d'un *Rhinoceros Merckii:*

2° Par deux Ruminants : le *Bos primigenius* et le *Cervus elaphus;*

3° Par un Rongeur du genre *Lepus*.

L'industrie des silex taillés est *très nettement* et sans contestation possible *chelléo-moustérienne*, les armes et outils étant les uns de forme amygdaloïde ou en amande et retaillés sur leurs deux faces, les autres des pointes et des racloirs du type moustérien le plus pur.

Quant au squelette humain, c'est celui d'une femme adulte à qui le tibia, par sa longueur ($0^{m},36$), assigne une taille de $1^{m},60$. Il est à peu près entier, car les seules pièces qui manquent sont six vertèbres, quelques os des pieds et des mains et un péroné. Les ossements sont, en général, en bon état de conservation. Enfin la tête est entière, et les mâchoires supérieure et infé-

rieure, munies de presque toutes leurs dents, sont maintenues écartées par un bloc de terre bréchiforme auquel elles sont encore adhérentes, terre absolument semblable à celle qui encroûte et les ossements d'animaux et les silex taillés recueillis dans le même gisement.

Il était complètement étendu sur le dos à $0^{m},55$ au-dessous de la surface du foyer, les bras le long du corps, la tête au même niveau que celui-ci.

Quant à l'étude anatomique de toutes les pièces dudit squelette et des caractères ethniques qu'elles présentent, elle fera, dès qu'elle sera terminée, l'objet d'une seconde Note.

En résumé, il ressort de l'ensemble de mes recherches à l'Abri-sous-Roche du Moustier, Abri-Bourgès, du nom du propriétaire du terrain :

1° Que cet abri n'avait jamais été l'objet d'aucune exploration scientifique avant la découverte du squelette humain que j'ai annoncée officiellement pour la première fois, le 1er octobre 1905, au premier Congrès préhistorique de France;

2° Que son sol était absolument vierge aussi de tout remaniement;

3° Que, par suite, ce squelette est, *en toute certitude*, contemporain du gisement où il a été trouvé, c'est-à-dire de la faune, dont les débris y ont été mis à découvert, et de l'industrie primitive du silex, dont j'ai recueilli aussi les produits;

4° Que de par ces restes de la faune et de l'industrie, trouvés partout les mêmes, tant à la partie supérieure qu'à la partie moyenne et à la base du foyer, le sol de l'Abri-Bourgès appartient à une seule et même époque, c'est-à-dire au *quaternaire inférieur*, géologiquement parlant, et à la période des temps paléolithiques dite *chelléo-moustérienne;*

5° Que la femme, dont le squelette est le sujet de ma Communication, se trouve ainsi datée comme ayant vécu à *l'époque quaternaire, chelléo-moustérienne;*

6° Que son squelette est, par suite, d'une période des temps primitifs de l'humanité plus ancienne que celle des *six* squelettes humains que j'ai découverts de 1872 à 1875, en Italie, dans les grottes des Baoussé-Roussé, dites de *Menton*, squelettes qui appartiennent à la deuxième des races humaines fossiles de MM. de Quatrefages et Hamy, plus ancienne notamment que celle du premier de ces squelettes, surnommé à l'époque *l'Homme fossile de Menton*, que j'ai mis à découvert, il y a trente-six ans, le 26 mars 1872, alors que j'étais en mission scientifique officielle du Ministère de l'Instruction publique, squelette enfin qui figure depuis cette époque dans

la galerie d'Anthropologie du Muséum d'Histoire naturelle de Paris, auquel je l'ai rapporté et donné dès le premier jour;

7° Que le squelette du Moustier est ainsi, si je ne me trompe, de par son âge chelléo-moustérien, le plus ancien des squelettes humains fossiles, toute question de race réservée, trouvés *jusqu'alors* en France et trouvés *entiers*;

8° Enfin, que par la rareté extrême des ossements d'animaux qu'il renfermait et par le nombre, au contraire, des outils et surtout des éclats de silex qui s'y trouvaient, l'Abri-sous-Roche Bourgès me paraît avoir été bien plus un atelier quaternaire de silex taillés qu'un véritable lieu d'habitation des hommes primitifs.

Je crois devoir ajouter que cette antiquité de la femme du Moustier-de-Peyzac se trouve heureusement confirmée encore par la découverte, faite au mois d'avril dernier (avril 1908) par M. Hauser, dans un gisement contigu au mien, d'un *squelette d'homme* contemporain de mon *squelette de femme*, de par son milieu, quels que soient les caractères néanderthaloïdes que son crâne présente et que le mien n'offre pas. Mais celui-ci, je le répète, est un crâne du type féminin, et l'on sait que de Quatrefages et Hamy ont insisté, dans leurs *Crania ethnica*, au Chapitre de la première race humaine fossile, sur les différences qui existent entre les crânes du *type masculin* et ceux du *type féminin*.

MÉDECINE. — *De certaines taches cutanées résistant au radium et disparaissant par l'étincelle de haute fréquence*. Note de M. **Foveau de Courmelles**, présentée par M. d'Arsonval.

Les nævi, les lupus, les cancroïdes cèdent au radium, comme d'ailleurs aux étincelles de haute fréquence (Bergonié, Foveau, 1902). Dès 1898 (*Annales d'Électrobiologie*, 15 novembre) j'ai différencié l'action lumineuse de l'effluve, de l'action révulsive provoquant de la sérosité, le ramollissement et la chute des tissus frappés par l'étincelle de haute fréquence; aussi j'appliquai celle-ci à des taches noirâtres et jaunâtres de la peau où de longues séances de bromure de radium ($0^{cg},5$ à 1000000; 3 heures) avaient échoué. Ces taches de mélanose et d'éphélides, criblées par des étincelles de 2^{cm} à travers mon électrode à verre bleu (cinq cas similaires) cédèrent à trois applications de 5 minutes de durée : les tissus s'irritèrent,

suintèrent, se durcirent en croûtes et s'éliminèrent. Ceci est à rapprocher du xélanthélasma ainsi soigné par Bordier. Les résultats esthétiques sont parfaits, la peau est blanche et lisse comme celle du voisinage.

ZOOLOGIE. — *A propos des caractères anatomiques du* Bradypus torquatus *Ill.* Note de M. **Anthony**, présentée par M. Yves Delage.

Au cours de deux Communications à l'Académie des Sciences [1] et d'un Mémoire plus étendu publié dans les *Archives de Zoologie expérimentale*, en février 1907, j'ai étudié en détails les principaux caractères de deux exemplaires jeunes de Paresseux à trois doigts qui avaient attiré mon attention, en raison des différences essentielles qu'ils présentaient avec les autres animaux du même groupe. J'ai même proposé de les considérer comme les représentants d'un genre spécial auquel j'ai donné le nom d'*Hemibradypus*.

A ce genre, disais-je le 29 janvier 1906, doit être identifié, à mon avis, le genre *Bradypus* établi par Gray d'après les seuls caractères crâniens. Le Muséum d'Histoire naturelle de Paris ne possédant pas de squelette de *Bradypus torquatus* Ill., la seule espèce constituant vraisemblablement ce genre, et aucune figuration n'en existant, à mon su du moins, l'identification absolument certaine ne peut être faite. La question ne sera définitivement tranchée que lorsqu'on connaîtra le squelette du membre antérieur de *Bradypus torquatus* Ill.

Le desideratum que j'exprimais explicitement dans cette phrase vient d'être rempli par M. A. Menegaux [2].

Bien qu'il ait omis de citer mon nom au cours de sa Communication, cet auteur est absolument d'accord avec moi sur les caractères anatomiques essentiels du *Bradypus torquatus* Ill. $\frac{5}{4}$ dents dont les antérieures sont les plus petites. Ptérygoïdes bulleux. Présence d'un trou sus-épitrochléen à l'humérus. Soudure du trapèze chez l'adulte avec le premier rayon digité. Réduction du rayon digité IV de la main dans le sens transversal. C'est seulement à propos du nombre des os de la deuxième rangée carpienne qui est de trois, ainsi que je l'ai signalé [3], alors que chez les autres Paresseux à trois doigts, il est de deux (l'os le plus interne résultant vraisemblablement de la fusion du trapézoïde et du grandos), que M. A. Menegaux et moi

(1) Séances du 29 janvier 1906 et du 28 janvier 1907.

(2) A. Menegaux, *Sur le squelette du membre antérieur du* Bradypus torquatus *Ill.* (*Comptes rendus*, séance du 12 octobre 1908).

(3) *Arch. de Zool. expériment.*, 1907, p. 48 et 49 et *fig.* 2

sommes en désaccord : cet auteur signale en effet qu'il aurait constaté sur un vieil individu, entre autres synostoses, la soudure latérale du trapézoïde et du grandos, laquelle, malgré l'âge avancé du sujet, ne paraît pas d'ailleurs avoir été complète. On n'a pas lieu de s'étonner des soudures observées par M. A. Menegaux lorsqu'on sait la prédisposition générale aux synostoses qui caractérise la vieillesse dans tous les groupes de Mammifères, et ce fait ne diminue en rien l'importance du caractère anatomique du carpe du *B. torquatus* Ill. Le point capital est que chez cet animal, comme chez le *Choloepus*, le grandos et le trapézoïde sont individualisés, alors que chez les autres Paresseux à trois doigts il n'existe, et cela dès le plus jeune âge, avant même l'ossification, que deux os à la deuxième rangée carpienne. M. A. Menegaux s'est d'ailleurs rendu compte que cette disposition anatomique qui paraît résulter de la fusion du grand os et du trapézoïde s'établit d'une façon tout à fait précoce, puisque chez un jeune individu il n'a pu voir sur l'os interne qu'*une indication de suture*. Le magno-trapézoïde des Paresseux à trois doigts (si c'est bien ainsi que doit être interprété l'os interne de leur deuxième rangée carpienne) semble donc avoir chez eux, au point de vue de la caractéristique, une signification comparable à celle du canon des Ruminants qui résulte de la fusion des métacarpiens (ou métatarsiens) III et IV au moment où ils sont encore à l'état de cartilage.

J'ai déposé à ce propos, dans les collections d'Anatomie comparée du Muséum, les trois pièces suivantes : 1° le squelette de la main d'un jeune *Bradypus torquatus* Ill. présentant trois os à la deuxième rangée du carpe; 2° le squelette de la main : *a*, d'un *Bradypus* nouveau-né d'une autre espèce; *b*, d'un fœtus du même animal. Sur ces deux dernières pièces, entièrement cartilagineuses, on voit seulement deux os à la deuxième rangée du carpe. Ajoutons enfin, et cet argument me paraît avoir une très grande importance, que chacun des éléments du carpe diffère essentiellement au point de vue de la forme chez un *Bradypus torquatus* Ill. et chez un autre Paresseux à trois doigts; et, cela, à un point tel que la soudure du trapézoïde et du grandos chez le premier de ces animaux aboutirait à la constitution d'un os qui n'aurait aucune ressemblance morphologique avec ce que l'on convient de considérer comme un magno-trapézoïde chez le second.

En 1849, Gray, se basant seulement sur les caractères de la peau et du crâne, jugea déjà à propos de séparer le *B. torquatus* Ill. des autres Paresseux à trois doigts. En 1865, Peters pensa de la même façon et proposa pour lui le nom générique de *Scaeopus*. Après l'étude anatomique plus approfondie que j'ai faite de l'animal en question, j'ai adopté comme des

plus légitimes le principe de cette coupure générique, et, c'est pour de simples raisons de nomenclature que j'ai cru devoir donner au genre constitué par l'animal qui nous occupe le nom d'*Hemibradypus*.

Dans sa Communication déjà citée du 12 octobre 1908 ainsi d'ailleurs que dans une autre Communication du 19 octobre suivant, où il rappelle cette fois mes travaux antérieurs, M. A. Menegaux se refuse à admettre la légitimité de cette coupure générique. Il y a là une question d'appréciation personnelle de la valeur des caractères qui ne me paraît avoir que peu d'importance et sur laquelle je n'insisterai pas. Toutefois, il est indéniable qu'alors que l'ensemble des Paresseux à trois doigts forme un groupe très homogène caractérisé par des ptérygoïdes minces et étroits, l'absence du trou sus-épitrochléen, l'égalité des trois doigts de la main dans le sens transversal, la présence de deux os seulement à la deuxième rangée carpienne, le *B. torquatus* Ill. seul présente des ptérygoïdes bulleux, un trou sus-épitrochléen, trois os à la deuxième rangée carpienne (caractères communs avec le *Choloepus*) et enfin une réduction transversale considérable du doigt IV, caractère qui lui est absolument particulier et qui le rapproche des formes fossiles ancestrales. Indépendamment de toutes autres, notamment de celles qui concernent le pelage, ces particularités me semblent plus que suffisantes pour légitimer ma manière de voir.

GÉOLOGIE. — *Sur la présence de calcaires à* Productus giganteus *à la Nouvelle-Zemble*. Note de M. **G.-W. Lee**, présentée par M. Henri Douvillé.

Je dois à l'obligeance du Dr W.-S. Bruce de pouvoir communiquer cette Note basée sur l'étude de fossiles récoltés par lui, lors d'une croisière scientifique faite dans la mer de Barents en 1898, à bord du yacht *Blencathra* et en compagnie de M. Andrew Coats.

Ces fossiles, récoltés *in situ*, proviennent d'un banc de calcaire affleurant sous forme de falaise au cap Cherney, situé au sud-ouest de la Nouvelle-Zemble par 70°49′ latitude Nord et 56°37′ longitude Est.

La roche est un calcaire d'odeur remarquablement fétide, de couleur grisâtre et pétri de fossiles, principalement des Coraux, des Brachiopodes et des fragments de tiges de Crinoïdes; ces derniers sont par places si abondants que la roche pourrait être qualifiée de brèche échinodermique.

Un des faits les plus curieux touchant cette faune c'est l'extrême multi-

plicité des espèces, et cela en dépit du petit nombre d'échantillons rapportés : ainsi, les Coraux, dont je dois la détermination à M. R.-G. Carruthers, du Service géologique d'Écosse, se répartissent en huit espèces appartenant à sept genres, bien que dix échantillons seulement aient été étudiés.

La liste des espèces que j'ai observées est la suivante :

Amplexus kungurensis Stuckenberg; *Campophyllum* cf. *vermiculare* Stuckenberg; *Carcinophyllum* sp.; *Clisiophyllum* (?) sp.; *Cyatophyllum* (?) sp. (à septa carénés); *Aulophyllum* sp.; *Dibunophyllum* sp.

Nombreux fragments de Crinoïdes indéterminables.

Serpula sp. (douteux!).

Cf. *Polypora papillata* M'Coy; *Stenopora* (?) sp.; *Bryozoaire* (?) (indéterminable).

Chonetes aff. *buchiana* de Konink; *Ch. papilionacea* Phill.; *Orthotetes crenistria* Phill.; *Productus giganteus* Mart.; *Pr. longispinus* J. Sow.; *Pr. semireticulatus* Mart. et var. *concinna* J. Sow.; *Productus spinulosus* J. Sow.; *Pr. elegans* M'Coy; *Rhipidomella Michelini* L'Eveillé; *Reticularia lineata* Mart.; *Spiriferina cristata* Schloth, var. *octoplicata* J. de C. Sow; *Sp. insculpta* Phill.; *Sp. laminosa* M'Coy; *Spirifer* sp. (du groupe de *Sp. ovalis* Phill.); *Sp.* sp. (du groupe de *Sp. integricosta* Phill.); *Dielasma* sp.

Aviculopecten clathratus M'Coy; *Av. planoclathratus* M'Coy; *Conocardium alaeforme* J. Sow.; *Con. rostratum* Mart.

Bellerophon sp., cf. *hiulcus* Mart.; *Straparollus* cf. *Dionysii* de Montfort; *Str.* cf. *pileopsideus* Phill.; *Marchisonia* (?) sp.

Phillipsia sp.

Cette liste ne doit pas être considérée comme définitive, vu que la plupart des formes auxquelles je n'ai pas donné de nom spécifique sont nouvelles et seront l'objet d'une étude paléontologique détaillée, tandis que la découverte possible d'échantillons bien conservés, parmi les matériaux non encore étudiés, pourrait m'amener à changer le nom des espèces dont j'ai indiqué les affinités comme étant douteuses.

Le fait important, sur lequel je désire attirer l'attention, est que cette faune (en particulier *Dibunophyllum* sp., *Chonetes papilionacea*, *Conocardium alaeforme*, *Productus giganteus*, typiques et dont la détermination ne peut faire l'objet d'aucun doute) indique nettement la présence de l'étage dinantien en Nouvelle-Zemble; en outre, l'association des espèces observées est, d'une manière générale, la même que dans les calcaires à *Productus*

giganteus de l'Oural et du centre de la Russie, association qui se retrouve dans les assises viséennes de l'Europe occidentale.

Comme c'est la première fois que le Carbonifère inférieur peut être signalé dans ces régions, la découverte du Dr Bruce est de la plus haute importance tant au point de vue faunistique qu'au point de vue de la répartition des terres et des mers de la période carboniférienne, problème pour les détails duquel je renvoie le lecteur à la *Monographie* de M. Th. Tschernyschew (1).

PALÉOBOTANIQUE. — *Sur un nouveau type de pétiole de Fougère fossile.* Note de M. **Fernand Pelourde**, présentée par M. R. Zeiller.

Je me propose, dans la présente Note, de décrire sommairement un fragment de pétiole silicifié qui a été recueilli à Esnost, près d'Autun, dans des couches rapportées à l'étage du Culm.

Une coupe transversale pratiquée dans cet échantillon m'a permis d'observer les faits suivants :

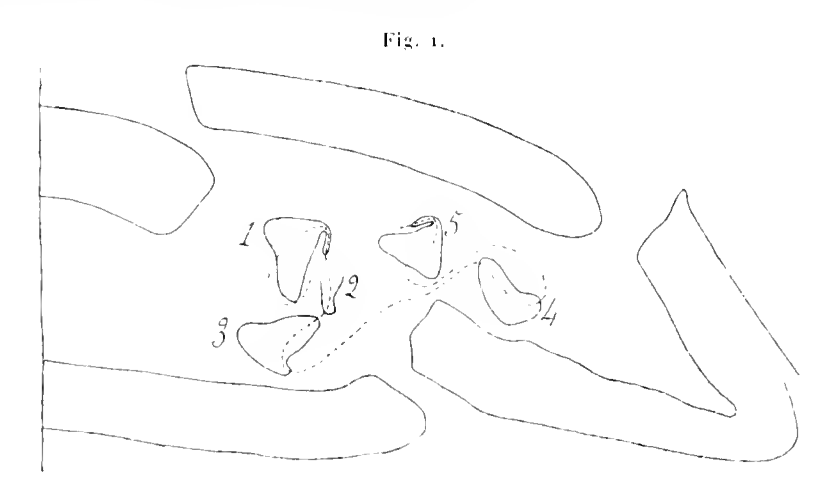
A la périphérie du pétiole, on remarque la partie externe de l'écorce, qui se trouve seule conservée, et qui comprend d'abord plusieurs assises de sclérenchyme, comme chez beaucoup de Fougères actuelles; puis, en dedans de ce sclérenchyme, vient une zone parenchymateuse. L'ensemble de ces tissus a été déchiré par suite de phénomènes de pression qui ont aplati le pétiole perpendiculairement à son plan de symétrie, et qui ont modifié la position relative de ses divers éléments. Le reste de l'écorce est représenté seulement par des débris de cellules gommeuses, qui constituent des amas plus ou moins importants, ou bien des bandes allongées et sinueuses.

A l'intérieur de la coupe, j'ai constaté l'existence de cinq faisceaux réduits à leur partie ligneuse, et que j'ai désignés par autant de numéros dans la figure ci-contre. Deux de ces faisceaux (nos 1 et 5) se distinguent à première vue des trois autres par leur forme, qui est celle d'un triangle dont la pointe supérieure se prolonge par un appendice assez court; cet appendice est recourbé en dedans, de façon à être sensiblement parallèle au côté interne du triangle.

(1) Th. Tschernyschew, *Die obercarbonischen Brachiopoden des Ural und des Timan* (*Mém. Com. géol. de Russie*, 1902, p. 679-681).

Le faisceau n° 2 est incomplet, et une grande partie de ses vaisseaux ont disparu; on remarque néanmoins à sa droite une concavité qui permet de conclure qu'il avait primitivement une forme d'arc ouvert du côté supérieur. Dans les faisceaux 3 et 4, on remarque également une concavité très nette, qui est rejetée latéralement; car ces faisceaux ont été coupés obliquement, ce qui est également le cas des faisceaux 2 et 1. Ceci explique d'ailleurs que la trace de ce dernier soit sensiblement plus grande que celle du faisceau n° 5, qui est coupé normalement.

Fig. 1.



Tous ces faisceaux sont plus ou moins déplacés par rapport à la position qu'ils occupaient durant la vie de la plante à laquelle ils ont appartenu; autrefois, ils étaient ordonnés suivant un arc ouvert en haut. Durant la fossilisation, cet arc s'est modifié de façon à devenir la ligne sinueuse que j'ai tracée en pointillé sur la figure, pour indiquer les rapports morphologiques que les divers faisceaux présentaient entre eux. Le plan de symétrie du pétiole traversait évidemment le faisceau n° 3 : il laissait à sa droite les faisceaux 4 et 5, et à sa gauche les faisceaux 1 et 2.

Il n'existe, à ma connaissance, aucun pétiole fossile possédant une structure semblable à celle qui vient d'être décrite. Par contre, cette structure rappelle tout à fait celle que possèdent, dans leur partie inférieure, les rachis principaux des espèces appartenant au genre vivant *Aspidium* ([1]). Chez ces espèces, en effet, on sait qu'il entre dans la feuille un plus ou moins grand nombre de faisceaux dont les deux supérieurs sont toujours construits suivant le même plan que les faisceaux 1 et 5 du pétiole fossile qui fait l'objet

([1]) Voir, au sujet de ce genre : *Ann. Sc. nat., Bot.*, 9e série, t. IV, p. 316.

de cette Note; quant aux autres, ils ressemblent absolument aux faisceaux 2, 3 et 4. Cette analogie, qui est particulièrement nette quand on considère certaines formes telles que les *Aspidium Filix-Mas, cristatum, spinulosum, angulare*, etc., m'a paru très intéressante à signaler, bien qu'elle ne puisse évidemment pas permettre à elle seule de fixer les affinités de la Fougère à laquelle a appartenu le pétiole que je viens de signaler.

Je propose dès maintenant, en attendant la publication d'une étude plus détaillée, de désigner ce pétiole sous le nom de *Flicheia esnostensis*, nov. gen., n. sp.

OCÉANOGRAPHIE. — *Contribution à l'étude de la transformation des dépôts sédimentaires en roches sédimentaires*. Note de M. J. Thoulet.

J'ai pensé à mesurer et à comparer entre elles les densités apparentes dans l'air et dans l'eau de dépôts sédimentaires anciens et actuels. Les premiers étaient des calcaires, les seconds des échantillons de fonds marins récoltés par le Prince de Monaco dans l'Atlantique Nord.

Les fonds marins avaient été recueillis au moyen du tube sondeur Buchanan, cylindre qui les avait découpés comme à l'emporte-pièce dans le sol sous-marin. On les avait ensuite laissé se dessécher librement à l'air et ils avaient, par conséquent, conservé leur forme cylindrique tout en subissant une contraction variable selon l'échantillon. Comme on connaissait le diamètre du cylindre découpeur et qu'on pouvait mesurer au $\frac{1}{10}$ de millimètre, avec un pied à coulisse muni d'un vernier, les dimensions des cylindres ou boudins desséchés, il devenait aisé d'évaluer la contraction suite de la dessiccation à l'air.

Afin d'évaluer le volume des calcaires, on les avait taillés en forme de parallélépipèdes quadrangulaires droits aux arêtes mesurables à l'aide du pied à coulisse.

Chaque échantillon a été ensuite analysé : le carbonate de chaux a été dosé par la méthode ordinaire: attaque par l'acide chorhydrique étendu et pesées donnant par différence le poids de l'acide carbonique dégagé. Dans le résidu, on a isolé et pesé séparément l'argile et le sable, ce dernier uniquement sous forme de fins-fins dans les fonds marins et presque uniquement dans les calcaires.

Les cylindres provenant de boudins étaient laissés intacts latéralement, mais ils étaient taillés au couteau sur leurs deux bases, de manière à rendre celles-ci bien planes et parallèles entre elles; leur hauteur était d'environ 30^{mm}. Le diamètre du tube son-

deur Buchanan étant de 26mm, la mesure directe du cylindre desséché de l'échantillon donnait la contraction subie, et l'on supposait, pour calculer le volume qu'occupait ce cylindre lorsqu'il était au fond de la mer, que la contraction de dessiccation avait été la même dans tous les sens, de sorte que la hauteur était dans l'eau celle mesurée du cylindre sec augmentée proportionnellement à la contraction connue subie par la base. Les pesées étaient faites après complète dessiccation à l'étuve.

Sur le Tableau suivant contenant les résultats des analyses, les numéros de 1 à 11, sauf le n° 2 qui est un marbre blanc, se rapportent à des calcaires jurassiques lorrains, de structure et d'aspect aussi variés que possible; le n° 12 est une craie de Varengeville (Seine-Inférieure); les numéros suivants sont tous des échantillons de fonds marins :

N° d'ordre.	Profondeur en mètres.	Densité apparente dans l'eau.	Densité apparente dans l'air.	Carbonate de chaux.	Sable et fins-fins.	Argile.
1........	»	»	2,51	85,1	0,7	14,2
2........	»	»	2,60	100,0	»	»
3........	»	»	2,27	98,6	0,1	1,3
4........	»	»	2,40	92,5	1,7	5,8
5........	»	»	1,87	99,6	0,3	0,1
6........	»	»	2,52	88,9	8,8	2,3
7........	»	»	2,36	80,6	0,9	18,5
8........	»	»	2,53	87,3	0,7	12,0
9........	»	»	2,52	84,6	0,8	14,6
10........	»	»	2,24	98,4	0,2	1,4
11........	»	»	2,50	89,5	1,3	9,2
12........	»	»	1,43	»	»	»
13........	1455	1,01	1,35	33,6	27,9	38,5
14........	1590	0,76	1,48	12,3	72,5	15,2
15........	800	1,03	1,38	33,9	49,6	16,5
16........	794	1,19	1,72	17,6	21,9	60,5
17........	1723	1,31	1,28	40,4	24,6	35,0
18........	4288	0,86	0,95	66,6	1,1	32,3
19........	3670	0,66	0,94	61,1	2,4	36,5

La densité apparente moyenne des échantillons marins est de 0,97 dans l'eau et de 1,30 dans l'air; celle des calcaires dans l'air est de 2,48. A poids égal, les volumes sont dans chaque cas comme les inverses des densités apparentes : $\frac{1}{0,97} = 1,03$, $\frac{1}{1,30} = 0,77$, $\frac{1}{2,48} = 0,40$. En prenant le volume dans

l'eau = 100, les volumes à poids égal des échantillons marins et calcaires dans l'air seront respectivement de 75 et de 39. Il en résulte qu'un fond occupant dans l'eau le volume 100 subit une contraction de 25 pour 100 par simple dessiccation à l'air et de 60 pour 100 environ quand il a pris l'état d'un calcaire géologique.

La densité apparente dans l'air de la craie rapproche cette roche des fonds marins simplement desséchés à l'air.

Ni la densité apparente dans l'eau ni la densité apparente dans l'air ne manifestent une relation quelconque soit avec la profondeur, soit avec le pourcentage de carbonate de chaux, de fins-fins ou d'argile. Il semble que ces données dépendent, non de la composition de l'échantillon, mais de circonstances physiques ou mécaniques qui ont agi sur lui postérieurement à la déposition.

Toute théorie de l'induration des fonds sédimentaires et de leur transformation en roche géologique devra tenir compte des considérations précédentes.

SISMOLOGIE. — *Mouvements sismiques du 6 novembre 1908.* Note de M. ALFRED ANGOT.

Le sismographe de l'Observatoire du Parc Saint-Maur (voir même Volume, p. 720) a enregistré, le 6 novembre dernier, deux groupes distincts de secousses, dont le premier a été de beaucoup le plus important. Nous donnons ci-dessous les époques des phases principales, en temps moyen civil de Greenwich.

Composante Est-Ouest (pendule NS) : début des oscillations $7^h 32^m,3$. La période des grandes oscillations a duré de $7^h 56^m,5$ à $8^h 21^m,0$ et quatre maxima principaux se sont produits à $7^h 58^m,1$ (amplitude $3^{mm},0$), $8^h 1^m,2$ (amplitude $6^{mm},0$), $8^h 5^m,0$ (amplitude $5^{mm},3$) et $8^h 9^m,2$ (amplitude $3^{mm},6$). Les oscillations, beaucoup plus faibles, ont persisté jusqu'un peu après 9^h.

Composante Nord-Sud (pendule EW) : début des oscillations $7^h 32^m,8$. La période principale a duré de $7^h 55^m,4$ à $8^h 22^m,7$ et a présenté des maxima très nets à $8^h 2^m,3$ (amplitude $4^{mm},1$), $8^h 5^m,2$ (amplitude $5^{mm},0$) et $8^h 7^m,4$ (amplitude $3^{mm},2$). Les oscillations ont persisté jusque vers $9^h 5^m$.

La seconde période de mouvements s'est produite dans l'après-midi,

après $14^h 30^m$. La composante Est-Ouest présente plusieurs secousses dont les deux principales ont débuté respectivement à $14^h 34^m,8$ et $14^h 43^m,8$. Les époques du début des deux secousses principales pour la composante Nord-Sud sont $14^h 34^m,9$ et $14^h 37^m,4$. L'amplitude maximum de ces mouvements n'a pas dépassé $1^{mm},0$.

Les durées propres d'oscillation, le jour de l'observation, étaient de $17^s,3$ pour le pendule NS et de $14^s,5$ pour le pendule EW.

L'absence d'amortissement empêche d'étudier ces perturbations dans le détail. Un amortisseur à huile est en construction et sera installé dans quelques jours.

HYDROLOGIE. — *Sur la rivière souterraine de La Grange (Ariège).* Note [1] de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Albert Gaudry.

D'après les indications fournies par M. le Dr Dunac (de Foix) nous venons de reconnaître (le 2 novembre), avec MM. Fauveau, inspecteur adjoint des forêts, le Dr René Jeannel et Lucien Rudaux, une nouvelle rivière souterraine dans l'Ariège, qui présente les particularités suivantes :

A 6^{km} au nord-ouest de Foix, entre Vernajoul et Baulou, un peu à l'est du hameau de la Grange et sous la ligne du chemin de fer de Saint-Girons, un petit ruisseau se perd, vers 400^m d'altitude, dans une grotte assez large, à 70^m en dessous de la voie ferrée et de la route de Foix au Mas-d'Azil. Pendant 200^m on peut suivre sans peine une large galerie que le ruisselet (à 7° C.) n'occupe qu'en partie. Puis on arrive à une autre galerie remplie par une rivière plus importante, dont la première n'est qu'un affluent. Il y a donc là, comme à Planina (Carniole), à Marble-Arch (Irlande), à Douboca (Serbie), etc., un véritable *confluent* souterrain, très imposant, où l'on accède fort curieusement par une perte.

La rivière principale est à 12°,8 C. en amont et à 11° C. en aval du confluent. Cela indique, en cette saison, qu'elle vient de loin, que sa partie aval est refroidie par l'affluent, beaucoup plus faible, et qu'une même grotte peut renfermer des eaux à diverses températures, comme je l'ai établi depuis longtemps.

---

(1) Présentée dans la séance du 2 novembre 1908.

La portion aval de la rivière principale peut être suivie aisément pendant 250^m jusqu'à une voûte mouillante, qui fait siphonnement. La fluorescéine que nous avons jetée là est rapidement ressortie aux résurgences (impénétrables) d'un vallon sans nom, à une toute petite distance à l'Est. Nous l'avons constaté nous-même. En amont du confluent il nous a fallu employer un bateau de toile démontable pour remonter le courant sur près de 500^m. Nous avons franchi quatre *gours* ou barrages naturels de stalagmite et de roches et nous nous sommes arrêté au pied d'un cinquième, au delà duquel la rivière se prolonge encore ; faute d'aides et de matériel, nous n'avons pu continuer la recherche pour cette fois. Le dernier bief reconnu à l'amont (entre les quatrième et cinquième gours) mesure environ 300^m sans obstacles : au milieu, cependant, la voûte s'abaisse à 0^m,60 au dessus de l'eau (exceptionnellement basse le 2 novembre); ici un siphon doit s'amorcer, lors des grandes crues, ainsi que l'indiquent des traces d'écoulement et des dépôts divers sur les parois du couloir et même sur les belles stalactites qui pendent des voûtes. Ces grandes crues sont beaucoup plus rares que les petites, puisque, dans leurs intervalles, les concrétions de carbonate de chaux ont pu se déposer.

D'après la récente Carte géologique de M. Léon Bertrand (1907) au 320000e, cette circulation d'eau souterraine serait établie dans le Sénonien. Elle utilise des joints de stratification très fortement redressés sur l'horizon. Son origine est inconnue : nous comptons la rechercher et compléter l'exploration l'an prochain, en continuant l'étude hydrologique souterraine des Pyrénées que nous a confiée le Ministère de l'Agriculture. A l'Ouest, indépendamment du Mas-d'Azil, on connaît déjà une rivière souterraine au Portel. Toute cette région semble criblée de pertes et d'entonnoirs et nous réserve assurément d'autres trouvailles hydrologiques intéressantes.

La dimension des galeries déjà reconnues à la Grange (près de 1^{km}) varie, en largeur comme en hauteur, de 3^m à 12^m. Les profondeurs d'eau atteignent à 3^m. Le Dr Jeannel y a recueilli des animaux cavernicoles. Il y aura lieu d'étudier aussi les alluvions, graviers et galets roulés de remplissage. A 120^m du siphon d'aval, dans la partie accessible à pied, une coulée d'argile sur la rive gauche remonte haut vers des trous de la voûte, sièges d'anciennes infiltrations extérieures ; nous y avons vu l'empreinte des pas d'un précédent visiteur.

La résurgence de sortie était à 11° C., température des deux ruisseaux réunis. Elle varie certainement avec les saisons et ne saurait être captée pour l'alimentation. Une fois de plus nous prouvons que cette *fausse source* n'est pas alimentée par une *nappe d'eau*.

M. Albert Turpain adresse une Note intitulée : *Les ondes dirigées en télégraphie sans fil.*

(Renvoi à l'examen de la Section de Physique.)

M. Em. Vial adresse une Note relative à *Une expérience de M. Bouty sur l'ionisation des gaz.*

(Renvoi à l'examen de la Section de Physique.)

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 novembre 1908.

Terzo centenario della nascita di Evangelista Torricelli. *Due insigni autografi di Galileo Galilei e di Evangelista Torricelli,* a facsimile dagli originali della Biblioteca nazionale centrale di Firenze. Omaggio della Biblioteca al secondo Congresso della Scienze. Firenze nell' ottobre de 1908. Florence, 1908; 1 fasc. in-4°.

La Flore bryologique des terres magellaniques de la Géorgie du Sud et de l'Antarctide, par Jules Cardot, avec 11 planches (*Wissenschaftliche Ergebnisse der Schwedischen Süd-polar-Expedition* 1901-1903, unter Leitung von Dr Otto Nordenskjöld; Bd. IV, Lief. 8.) Stockolm, 1908; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Bornet.)

Chimie agricole. I : *Chimie végétale,* par Gustave André. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1909; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Müntz.)

Manuel d'analyse des urines et de séméiologie urinaire, par P. Yvon et Ch. Michel, avec 57 figures dans le texte et 9 planches, dont une en couleurs hors texte; 7e édition. Paris, Octave Doin, 1909; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Roux.)

Statistique du personnel médical et pharmaceutique de France et d'Algérie, année 1908. Ministère de l'Intérieur, Direction de l'Assistance et de l'Hygiène publiques, 4e Bureau, Salubrité publique et Hygiène générale. 1 fasc. in-4°.

Nomograms for deducing altitude and azimuth and for star identification and finding course and distance in great circle sailing, by lieutenant Radler de Aquino. (Extr. des *United States Naval Institute Proceedings:* t. XXXIV, n° 2.) Washington, 1908; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Besondere Behandlung des Einflusses der Atmosphäre: Refraktion und Extinktion, von A. Bemporad. (Extr. de *Encyclopädie d. mathematischen Wissenschaften:* VI_2, Heft 2.) Leipzig, B.-G. Teubner; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Elenco bibliografico delle Accademie, Società, Istituti scientifici, Direzioni di periodici, ecc., corrispondenti con la Reale Accademia dei Lincei, e Indici delle loro pubblicazioni pervenute all' Accademia sino a dicembre 1907. Rome, 1908; 1 vol. in-12.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 novembre 1908.

Mémoires de l'Académie des Sciences de l'Institut de France: 2e série, Tome L. Paris, Gauthier-Villars, 1908; 1 vol. in-4°.

Institut de France. Académie des Sciences. *Rapport au nom de la Commission de la Télégraphie sans fil de l'Académie des Sciences.* (Extr. des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. CXLVII, p. 819; séance du 2 novembre 1908.) Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Onoranze a Ulisse Aldrovandi nel terzo centenario della sua morte celebrate in Bologna nei giorni 11, 12, 13 *giugno* 1907. Imola, P. Galeati, 1908; 1 vol. in-4°. (Adressé par M. le professeur Giovanni Capellani, président du Comité chargé d'honorer la mémoire d'Aldrovandi.)

Mémoire sur les refoulements qui ont plissé l'écorce terrestre et sur le rôle des déplacements horizontaux, par Marcel Bertrand. (Extr. des *Mém. de l'Acad. des Sc.*, t. L, n° 2.) Paris, Gauthier-Villars, 1908; 1 vol. in-4°.

Cours de la Faculté des Sciences de Paris. Cours de Physique mathématique. *Thermodynamique*, par H. Poincaré, Membre de l'Institut, rédaction de J. Blondin; 2e édition, revue et corrigée. Paris, Gauthier-Villars, 1908; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Exposé des opérations géodésiques exécutées de 1884 *à* 1890 *sur les côtes de la Corse*, par M. P. Hatt, Membre de l'Institut. (Service hydrographique de la Marine, n° 898.) Paris, Imprimerie nationale, 1907; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

La Télégraphie sans fil et les applications pratiques des ondes électriques, par Albert Turpain; 2e édition. Paris, Gauthier-Villars, 1908; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Poincaré.)

Faculté des Sciences de Paris. *Cours d'Astronomie*, par H. Andoyer. Seconde Partie: *Astronomie pratique*. Paris, A. Hermann et ses fils, 1909; 1 vol. in-8°.

Les erreurs de la Science, par Louis-Charles-Émile Vial; 3e édition. Paris, chez l'auteur, 1908; 1 vol. in-8°.

Icones mycologicæ. Série V, livraison 21. Paris, Paul Klincksieck, 1908; 1 fasc. in-4°.

The Danish Ingolf-Expedition: t. III, part 2. Contents: *Crustacea malacostraca*, by H.-J. Hansen. Copenhague, H. Hagerup, 1908; 1 fasc. in-4°.

Imperial University of Tokyo. The calendar 2567-2568 (1907-1908). Tokyo, 1908; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 2 novembre 1908.)

Note de MM. *C. Tissot* et *Félix Pellin*, Appareil pour la réception des signaux horaires radiotélégraphiques à bord des bâtiments :

Page 792, ligne 10, *au lieu de* : Bureau des Longitudes rend l'anode à peu près inutilisable, *lire* : inusable.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 NOVEMBRE 1908.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse ampliation du décret portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. *Félix Henneguy* pour occuper, dans la Section d'Anatomie et de Zoologie, la place vacante par suite du décès de M. *Alfred Giard*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Félix Henneguy** prend place parmi ses confrères.

GÉODÉSIE. — *Compensation d'une chaîne fermée de triangulation.* Note (1) de M. **P. Hatt.**

En présentant à l'Académie l'*Exposé des opérations géodésiques des côtes de Corse,* je rappelle que le réseau de la triangulation entoure l'île sans pénétrer à l'intérieur, faisant ainsi retour sur lui-même. Dans ces conditions, le calcul étant mené de proche en proche et poursuivi dans le même sens, les résultats obtenus à la jonction diffèrent nécessairement un peu des données de départ. Il y aurait lieu de répartir cette erreur inévitable de manière à déformer le moins possible les figures que le calcul assigne au terrain, et

---

(1) Reçue dans la séance du 9 novembre 1908.

le problème ainsi posé trouve sa solution dans une méthode de compensation étendue à toutes les mesures et à tous les points du réseau. A cause de la forme compliquée du système trigonométrique et du grand nombre de points qu'il comprenait, la méthode a paru inapplicable ; les calculs extrêmement ardus qu'elle eût entraînés eussent été tout à fait hors de proportion avec l'importance du levé.

On s'est donc contenté d'une méthode abrégée en se donnant pour but de fermer un polygone avec le minimum de déformation sans se préoccuper de sa forme particulière. Les formules employées ont été rapportées ici même, il y a quelques années ([1]).

Les résultats pratiques obtenus pour le réseau Corse ont été satisfaisants à tous égards, mais la méthode abrégée laisse un peu à désirer au point de vue théorique, surtout en ce qui concerne le rattachement de certains points au polygone de référence, et la compensation générale est toujours préférable quand elle peut être pratiquée. La question s'est représentée à l'occasion d'une recherche, qu'il a paru intéressant de faire, de la précision qu'on peut obtenir au point de vue des positions absolues, avec les données de la triangulation de premier ordre de la Carte de France. On sait que cette triangulation comprend un certain nombre de chaînes dirigées suivant des méridiens et d'autres, perpendiculaires, s'étendant le long de parallèles. En choisissant quatre segments compris entre deux chaînes méridiennes et deux chaînes perpendiculaires consécutives, on forme un quadrilatère présentant un contour complet et un réseau partiel qui fait retour sur lui-même. La vérification à la jonction donne la mesure de la précision sur laquelle on peut compter.

Le réseau choisi s'étend le long du parallèle moyen entre le côté Bort-Hermant et le côté Saint-André-Verdun ; suit la méridienne de Sedan jusqu'au côté Ventoux-Grand-Montagné, puis le parallèle de Rodez jusqu'à sa rencontre avec la méridienne de Dunkerque dont les triangles aboutissent au côté du départ Bort-Hermant. Les coordonnées de ces deux points ayant été calculées dans le système azimutal employé pour la Corse, en prenant pour origine un point situé au centre du quadrilatère, et tous les angles ayant été corrigés de manière à s'adapter aux figures planes de la projection conventionnelle, la détermination des points a été poursuivie de proche en proche sur tout le contour.

([1]) Voir *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 607 et 666.

Les données de départ ont été les suivantes :

Coordonnées de Hermant,

$$x_0 = -85700^{m},22, \qquad y_0 = +84343^{m},04;$$

Distance Bort-Hermant,

$$a_0 = 40295^{m},71, \qquad \log a_0 = 4,6052589;$$

Gisement Bort-Hermant,

$$V_0 = 13^{\circ}14'37'',96 \text{ NE}.$$

Après le circuit complet ces chiffres sont devenus :

$$x_n = -85709^{m},68; \qquad y_n = +84333,73,$$
$$a_n = 40295^{m},03; \qquad \log a_n = 4,6052515,$$
$$V_n = 13^{\circ}14'23'',19.$$

La répartition de ces erreurs constitue un problème analogue à celui qui s'est présenté pour la triangulation de la côte de Corse; mais ici la très grande simplicité du réseau, qui n'est guère composé que de triangles unilatéraux, permet de chercher une solution relativement abordable en substituant la méthode de Gauss à la méthode générale de compensation.

Supposons une suite de n triangles ayant chacun un côté commun avec le triangle qui le précède et un autre avec celui qui le suit, le troisième côté étant libre; chaque triangle se déduira de celui qui le précède sans ambiguïté aucune et c'est à la jonction seulement de la chaîne qui est censée faire retour sur elle-même que la vérification peut avoir lieu. Cette chaîne présente un ensemble de n points dont deux sont necessairement connus; soient donc $2n - 4$ coordonnées à déterminer au moyen des $3n$ mesures d'angles obtenues. Chacune des mesures donnant lieu à une équation de condition entre quelques-unes des coordonnées, on doit obtenir par l'élimination de ces dernières quantités un ensemble de $n + 4$ équations nécessaires entre les mesures ou plutôt entre leurs corrections. Pour la formation *a priori* de ces équations, Gauss indique trois espèces de conditions :

1° Somme des angles des triangles égale à 2 droits (les figures sont censées planes);

2° Somme des angles formés autour d'un point égale à 4 droits;

3° Rapport des sinus des angles adjacents aux côtés communs égal au rapport inverse des longueurs de ces côtés.

Ici les relations de la première espèce sont au nombre de n; il n'y en a

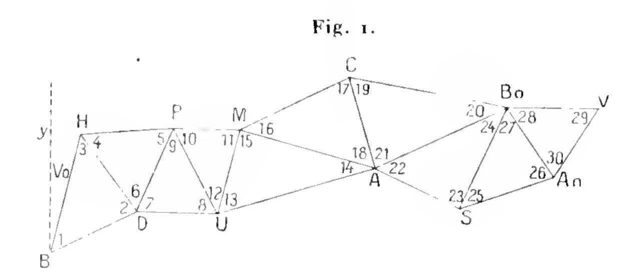
aucune de la deuxième espèce; une seule de la troisième en considérant l'ensemble du réseau et le retour au côté de départ; il reste donc 3 conditions à trouver pour compléter le chiffre de $n+4$.

Il nous faut recourir à de nouveaux genres de relations en exprimant qu'après le circuit complet :

1° et 2° Les abscisses et ordonnées du point de départ reprennent les mêmes valeurs;

3° La direction du côté de départ redevient la même.

Fig. 1.



Soit BH le côté de départ dont l'orientation, comptée positivement dans le sens direct et à partir d'une parallèle à Oy, ait pour valeurs V_0, sa longueur étant représentée par a_0. Soient de même a_1, V_1 la longueur et l'orientation du deuxième côté HD; a_2, V_2 la longueur et l'orientation du troisième côté DP, etc.

Désignons par 3, 6, 9, ..., en général par un multiple de 3, l'angle opposé au côté libre du triangle tel que BD ou HP, etc.; il viendra

$$a_1 = a_0 \frac{\sin 1}{\sin 2}, \qquad a_2 = a_1 \frac{\sin 4}{\sin 5} = a_0 \frac{\sin 1 \sin 4}{\sin 2 \sin 5}, \qquad \ldots$$

et

$$V_1 = V_0 - 3 + 180^\circ, \qquad V_2 = V_1 + 6 - 180^\circ = V_0 - 3 + 6,$$
$$V_3 = V_2 - 9 + 180^\circ = V_0 - 3 + 6 - 9 + 180^\circ,$$
$$V_4 = V_3 + 12 - 180^\circ = V_0 - 3 + 6 - 9 + 12,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

Désignons par ξ, η les différences de coordonnées correspondant aux valeurs a, V, il viendra

$$\xi = a \sin V, \qquad \eta = a \cos V,$$
$$d\xi = da \sin V + \eta\, dV; \qquad d\eta = da \cos V - \xi\, dV;$$

en prenant les logarithmes dans le système népérien on a

$$\log a = \log a_0 + \log \sin 1 - \log \sin 2 + \log \sin 4 - \log \sin 5 + \ldots,$$

d'où

$$\frac{da}{a} = \cot 1\, d1 - \cot 2\, d2 + \cot 4\, d4 - \cot 5\, d5 + \ldots$$

D'autre part, on a

$$dV = -d3 + d6 - d9 + \ldots$$

Par suite, il viendra

$$d\xi = \xi(\cot 1\, d1 - \cot 2\, d2 + \ldots) + \eta(-d3 + d6 - d9 + \ldots),$$
$$d\eta = \eta(\cot 1\, d1 - \cot 2\, d2 + \ldots) - \xi(-d3 + d6 - d9 + \ldots).$$

Désignons par x_0, y_0 la position initiale du point H et par x_n, y_n la position obtenue après le circuit complet, et appelons δx_0, δy_0 les différences $x_n - x_0$, $y_n - y_0$; l'équation aux abscisses sera de la forme

$$d\xi_1 + d\xi_2 + \ldots + d\xi_n + \delta x_0 = 0.$$

Or on a

$$d\xi_1 = \xi_1(\cot 1\, d1 - \cot 2\, d2) + \eta_1(-d3),$$
$$d\xi_2 = \xi_2(\cot 1\, d1 - \cot 2\, d2 + \cot 4\, d4 - \cot 5\, d5) + \eta_2(-d3 + d6),$$
$$d\xi_3 = \xi_3(\cot 1\, d1 - \cot 2\, d2 + \cot 4\, d4 - \cot 5\, d5 + \cot 7\, d7 - \cot 8\, d8) + y_3(-d3 + d6 - d9),$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

d'où, par addition,

$$(\cot 1\, d1 - \cot 2\, d2)(\xi_1 + \ldots + \xi_n) + (\cot 4\, d4 - \cot 5\, d5)(\xi_2 + \ldots + \xi_n) + \ldots - d3(\eta_1 + \ldots + \eta_n) + d6(\eta_2 + \ldots + \eta_n) + \ldots + \delta x_0 = 0.$$

D'autre part,

$$\xi_1 + \ldots + \xi_n = 0, \qquad \xi_2 + \ldots + \xi_n = x_0 - x_1, \qquad \xi_3 + \ldots + \xi_n = x_0 - x_2, \qquad \ldots$$
$$\eta_1 + \ldots + \eta_n = 0, \qquad \eta_2 + \ldots + \eta_n = y_0 - y_1, \qquad \ldots$$

et, si nous désignons par x', y' les coordonnées relatives au point de départ, il vient, pour l'équation aux abscisses,

$$-x_1(\cot 4\, d4 - \cot 5\, d5) - x_2(\cot 7\, d7 - \cot 8\, d8) - x'^3(\cot 10\, d10 - \cot 11\, d11) - y_1\, d6 + y'_2\, d9 - y'_3\, d12 + \ldots + dx_0 = 0.$$

On aurait de même, pour l'équation aux ordonnées,

$$-y_1(\cot 4\, d4 - \cot 5\, d5) - y'_2(\cot 7\, d7 - \cot 8\, d8) - y'_3(\cot 10\, d10 - \cot 11\, d11) + \ldots + x'_1\, d6 - x_2\, d9 + x_3\, d12 + \ldots + \delta y_0 = 0.$$

Il convient de remarquer que les expressions x'_i, y'_i désignent les coordonnées des points d'où partent les vecteurs ξ_{i+1}, η_{i+1} et que toutes les directions ne sont pas comprises dans cette énumération. Ainsi, pour les points tels que A ou B, on passe de la direction MA à la direction AB, ou de AB à la direction BA_n; de sorte que dans l'équation aux abscisses, par exemple, on aurait le même facteur, $-x'_5$, pour les différences

$$\cot 16 d16 - \cot 17 d17 \quad \text{et} \quad \cot 19 d19 - \cot 20 d20,$$

et, d'autre part, le facteur $-y'_5$ multiplie la somme $d18 + d21$.

On verra bien aisément que l'équation aux directions sera la suivante :

$$-d3 + d6 - d9 + d12 - \ldots + \delta V_0 = 0,$$

δV_0 désignant la différence $V_n - V_0$.

Quant à l'équation aux sinus elle est, comme on le sait, de la forme

$$\cot 1 d1 - \cot 2 d2 + \cot 4 d4 - \cot 5 d5 + \ldots + \frac{\log a_n - \log a_0}{M} = 0,$$

log désignant le logarithme vulgaire et M le module.

Les équations conditionnelles aux fermetures de triangles sont toutes de la forme

$$d1 + d2 + d3 = 0,$$
$$d4 + d5 + d6 = 0,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$

Tous les angles ont dû, en effet, être corrigés de l'erreur de fermeture pour le calcul des points. Cette correction préalable constitue une première compensation partielle et l'on se trouve amené ainsi à procéder par deux étapes consécutives à la compensation générale. D'après un théorème de Gauss, cette pratique est entièrement conforme à la théorie des erreurs d'observation, car les deux compensations ont pour base le principe des moindres carrés.

On sait que pour la solution il faut introduire autant d'arbitraires qu'il y a d'équations conditionnelles en exprimant chacune des inconnues $d1$, $d2$, ... par la somme des produits du coefficient de l'inconnue et de l'arbitraire correspondante. Ces expressions étant introduites dans les équations conditionnelles, on obtient autant d'équations finales qu'il y a d'arbitraires. A cause de la forme particulière qu'ont ici les équations conditionnelles, il y a lieu d'éliminer, au préalable, les arbitraires concernant les équations aux fermetures de triangles.

Considérons en particulier les trois corrections que, pour abréger, nous désignerons par 10, 11, 12. Elles figurent dans une équation à fermeture

$$10 + 11 + 12 = 0,$$

dans l'équation aux abscisses avec les coefficients

$$\alpha_1 . 10 + \alpha_2 . 11 + \alpha_3 . 12,$$

dans l'équation aux ordonnées avec les coefficients

$$\beta_1 . 10 + \beta_2 . 11 + \beta_3 . 12,$$

dans l'équation aux sinus avec les coefficients

$$\gamma_1 . 10 + \gamma_2 . 11;$$

enfin, dans l'équation aux directions, ne figure que l'inconnue 12 avec le coefficient $+1$.

Introduisons les arbitraires f, n, o, p, m, nous écrirons

$$\begin{aligned} 10 &= f + n\alpha_1 + o\beta_1 + p\gamma_1, \\ 11 &= f + n\alpha_2 + o\beta_2 + p\gamma_2, \\ 12 &= f + n\alpha_3 + o\beta_3 + m; \end{aligned}$$

ajoutons ces valeurs et, après avoir divisé la somme par 3, retranchons ce quotient de chacune des expressions ci-dessus; il vient

$$(a) \quad \left\{ \begin{aligned} 10 &= n\left(\alpha_1 - \frac{\Sigma\alpha}{3}\right) + o\left(\beta_1 - \frac{\Sigma\beta}{3}\right) + p\left(\gamma_1 - \frac{\Sigma\gamma}{3}\right) - \frac{m}{3}, \\ 11 &= n\left(\alpha_2 - \frac{\Sigma\alpha}{3}\right) + o\left(\beta_2 - \frac{\Sigma\beta}{3}\right) + p\left(\gamma_2 - \frac{\Sigma\gamma}{3}\right) - \frac{m}{3}, \\ 12 &= n\left(\alpha_3 - \frac{\Sigma\alpha}{3}\right) + o\left(\beta_3 - \frac{\Sigma\beta}{3}\right) - p\frac{\Sigma\gamma}{3} + \frac{2m}{3}. \end{aligned} \right.$$

On voit que, dans chaque triangle, la somme des coefficients de n, o, p ou m est nulle.

La substitution de ces valeurs dans les quatre équations aux abscisses, ordonnées, sinus et directions donnera quatre équations finales contenant les quatre inconnues n, o, p, m, ce qui résout le problème de la compensation générale du réseau.

Plusieurs vérifications se présentent dans le courant des calculs numériques :

1° Lorsqu'on aura formé les trois coefficients tels que

$$\alpha_1 - \frac{\Sigma\alpha}{3}, \quad \alpha_2 - \frac{\Sigma\alpha}{3}, \quad \alpha_3 - \frac{\Sigma\alpha}{3},$$

leur somme devra être nulle, c'est-à-dire que la somme de deux d'entre eux est égale en valeur absolue au troisième. C'est une vérification presque indispensable si, comme on a intérêt à le faire, on calcule ces coefficients au moyen des logarithmes de Gauss.

2° En formant les coefficients des équations finales, il y a lieu de remarquer leur disposition symétrique quand on additionne les trois coefficients de même espèce dans un triangle. Introduisons dans l'équation aux abscisses les expressions (a) des corrections 10, 11 et 12, et formons ainsi la somme $\alpha_1.10 + \alpha_2.11 + \alpha_3.12$; il viendra, toutes réductions faites pour les termes en n et en o,

$$\frac{n}{3}[(\alpha_1-\alpha_2)^2+(\alpha_1-\alpha_3)^2+(\alpha_2-\alpha_3)^2]$$
$$+\frac{o}{3}[(\beta_1-\beta_2)(\alpha_1-\alpha_2)+(\beta_1-\beta_3)(\alpha_1-\alpha_3)+(\beta_2-\beta_3)(\alpha_2-\alpha_3)].$$

Le coefficient de $\frac{n}{3}$ est la somme de trois carrés qu'on forme aisément d'une manière directe et en vérification des chiffres obtenus par le remplacement des valeurs de 10, 11, 12 dans l'équation aux abscisses. Le coefficient de $\frac{o}{3}$ est symétrique en α et β, il est donc égal à celui qu'on obtiendrait pour l'inconnue $\frac{n}{3}$ dans l'équation aux ordonnées; il en serait de même pour les coefficients de l'inconnue p dans l'équation aux abscisses et de l'inconnue n dans l'équation aux sinus, etc., etc. Ainsi, par la somme partielle des valeurs répondant aux trois angles d'un triangle, on vérifie l'un par l'autre les divers coefficients partiels des équations finales, en dehors des termes carrés dont le calcul direct est facile au moyen des Tables des carrés répandues parmi les calculateurs.

La compensation générale ainsi obtenue pour le réseau unilatéral précédemment défini est rigoureusement conforme à la théorie admise des erreurs d'observations et au principe des moindres carrés qui en est l'expression analytique. Or ce principe peut être invoqué même en dehors du cas où il s'agit de quantités directement observées et conserve toujours sa valeur pratique pour assurer la déformation minimum d'une figure déterminée qu'on veut assujettir à certaines conditions. Il sera donc possible, dans le cas d'un réseau trigonométrique quelconque, de recourir à la méthode de compensation ci-dessus, en choisissant, parmi les points du levé, ceux qui formeront une chaîne unilatérale de triangles et appliquant les corrections aux angles observés ou non que forment les lignes ainsi combinées entre

elles. Des corrections des angles on déduira aisément les corrections des coordonnées des points choisis et il ne restera plus qu'à étendre ces corrections aux points qui se trouveront en dehors du réseau théorique formé, ce qui ne présentera aucune difficulté.

AÉRONAUTIQUE. — *Sur la giration des aéroplanes.* Note de M. E.-L. Bertin.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un Mémoire sur la giration des aéroplanes, qui doit être considéré comme faisant suite, beaucoup moins à une très ancienne étude sur l'aviation ([1]) qu'à mon Mémoire de 1905 sur la giration des navires à vapeur ([2]).

De même que pour les navires, je me suis donné surtout comme objet le calcul de l'inclinaison latérale produite par la giration, avec l'estimation des dangers qui peuvent en résulter et aussi des avantages qu'elle se trouve présenter. Sur ce point, le recours à la théorie paraît indispensable pour l'étude de l'aéroplane, la méthode expérimentale étant forcément en défaut.

Les forces en jeu dans la giration d'un aéroplane supposé totalement dépourvu de plan vertical de dérive différeraient entièrement de celles qui impriment le mouvement aux navires et aux ballons dirigeables. La résistance au pivotement autour d'un axe vertical et la résistance à la translation latérale étant supposées toutes deux nulles, il semble, à première vue, que toute évolution soit impossible. Si l'on met la barre à droite, par exemple, pour évoluer vers la gauche, l'aéroplane doit produire d'abord une translation vers la droite et un pivotement vers la gauche, puis l'effet du gouvernail devrait s'annuler quand le safran est dans le plan de la trajectoire. Le mouvement se bornerait alors à des oscillations angulaires autour de cette position d'équilibre et à des embardées le long d'une trajectoire rectiligne dévoyée.

Dans la réalité, ni la résistance à la translation latérale, ni la résistance au pivotement ne sont nulles. Dès que l'axe de l'appareil est dévié à gauche, l'ensemble des résistances combiné avec la poussée de l'hélice donne une résultante dirigée vers la gauche, c'est-à-dire une force centripète. En même temps, prend naissance un moment de résistance au pivo-

---

([1]) *Comptes rendus*, 11 février 1874.

([2]) *Comptes rendus*, 6 février 1905, et *Mémoires*, t. XLIX, n° 1.

tement, dû surtout au déplacement de la résultante ou poussée de sustentation vers la droite, qui résulte de ce que la vitesse produite par la rotation est de même sens que la vitesse de translation du côté droit et de sens contraire du côté gauche. On a ainsi toutes les conditions nécessaires pour produire la giration, mais les conditions sont mauvaises et les forces, qu'il a fallu pour ainsi dire découvrir, sont beaucoup trop faibles. Autant qu'on peut en juger par les navires, les courbes décrites seraient à très grand rayon, et les angles de dérive θ, sans atteindre sans doute la valeur de l'angle de barre, seraient exagérés.

Si l'on ajoute à cela que la stabilité de route ferait complètement défaut, on arrive à la conclusion que le plan vertical est nécessaire pour évoluer. Les oiseaux, du reste, quand ils évoluent en planant, réalisent l'effet d'un très grand plan vertical, en se donnant une très forte inclinaison latérale; le plan sustentateur de l'aéroplane ne peut exercer la même action que si la giration a été énergiquement amorcée en dehors de lui.

L'aéroplane bon évolueur ne se comprend guère en somme, sinon formé de deux plans ou séries de plans, plans quasi horizontaux de sustentation et plans verticaux de dérive. Ces derniers sont nécessaires au cours des évolutions, non seulement pour assurer la précision du mouvement, mais aussi pour bien déterminer le sens et l'amplitude de l'inclinaison transversale, dont nous verrons l'influence sur la sécurité de l'aviation. Je supposerai d'ailleurs ici les plans verticaux assez petits pour que la composante verticale de la pression de l'air sur eux reste toujours négligeable.

L'angle de dérive θ a, par lui-même, un effet direct sur l'angle d'incidence i de l'air, puisque cet angle est nul quand θ atteint 90°. Pour les valeurs intermédiaires de θ, on a

$$\sin i = \sin\beta \cos\theta, \tag{1}$$

β étant l'angle de l'axe de l'aéroplane avec le plan, c'est-à-dire l'angle d'attaque de l'air ou de sustentation, en marche rectiligne sans dérive. La formule (1) montre que, si la dérive θ atteignait une valeur égale à l'angle de barre maximum des navires et la dépassait ensuite en vertu de la vitesse acquise, l'angle d'incidence pourrait se trouver réduit à la moitié de β.

Un autre effet beaucoup plus important sur l'angle i résulte de la combinaison de la dérive θ et de l'inclinaison transversale φ qui est produite par cette dérive.

L'aéroplane s'incline, dans la giration, sous l'action du couple formé par la résis-

tance à la dérive, force centripète appliquée au centre de dérive, et de la composante centrifuge de la force d'inertie, supposée appliquée au centre de gravité.

Quand l'aéroplane s'incline ainsi latéralement, le plan de sustentation tourne tangentiellement à un cône dont l'angle au sommet est 2β, de telle sorte que l'angle γ de la normale à ce plan avec la verticale est donné par la formule

$$\cos\gamma = \cos\beta\cos\varphi. \tag{2}$$

La poussée sustentatrice F est proportionnelle à $\cos\gamma$ et dépend de l'angle i suivant une loi à déterminer par expérience.

Lorsque l'angle φ atteint 90°, soit sur un bord, soit sur l'autre, la pression de l'air étant horizontale, la poussée sustentatrice F est nulle; mais on fait de suite une remarque importante, sur la figure tracée en supposant $\theta > \beta$, ce qui est le cas habituel. En A_2 la poussée F passe d'une valeur positive à la valeur nulle, tandis qu'en A_1, lorsque l'inclinaison a été dirigée vers l'extérieur du cercle de giration, la poussée est négative avant de s'annuler.

Dans l'inclinaison vers l'intérieur du cercle, de T en A_2, l'incidence i va constamment en croissant, d'où l'on peut conclure de suite que la poussée sustentatrice augmente d'abord, $\cos\gamma$ diminuant très lentement, et qu'elle passe par un maximum avant de décroître, puis de s'annuler en A_2, pour $\varphi = +90°$ avec $i = \theta + \beta$.

Dans l'inclinaison vers l'extérieur du cercle de giration, l'angle d'incidence i va en diminuant à partir de T, et s'annule en T, point déterminé en menant de M une tangente à la base du cône; le plan de sustentation est alors parallèle à la vitesse relative de l'air. De T_1 en A_2 l'angle i est négatif, la pression de l'air s'exerce sur le dos de l'aéroplane. En A_1 l'angle i est égal à $-(\theta - \beta)$; il y a chute précipitée.

L'angle φ_1, pour lequel i est nul, se calcule facilement sur la figure; il est exprimé par la formule

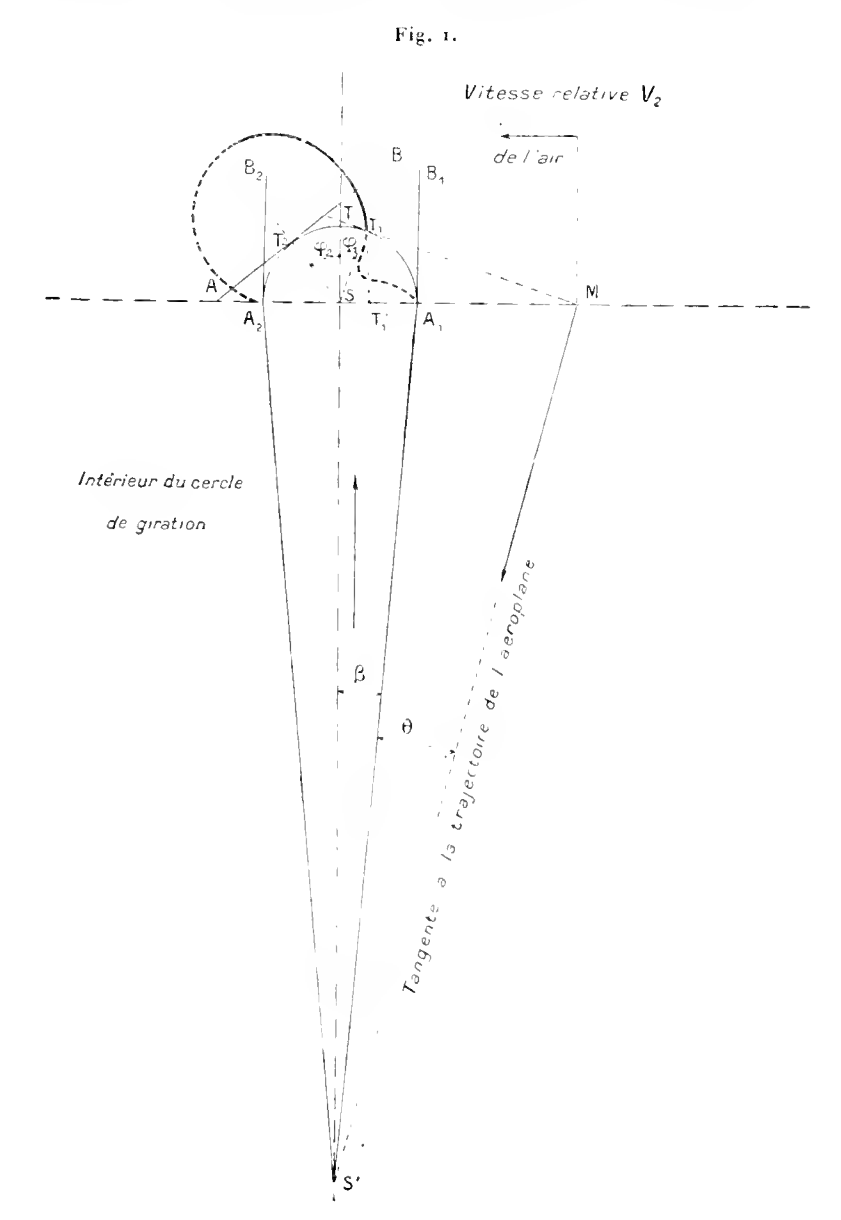
$$\sin\varphi_1 = -\frac{\operatorname{tang}\beta}{\operatorname{tang}\theta}. \tag{3}$$

L'angle φ_1 est donc très faible lorsque θ est beaucoup plus grand que β; la moindre inclinaison du côté extérieur peut alors rendre très dangereuse la giration de l'aéroplane.

L'utilité de connaître, au moins approximativement, les valeurs numériques de l'angle i et de la poussée F pour diverses valeurs de θ étant ainsi établie, et l'impossibilité d'obtenir des déterminations expérimentales étant évidente, j'ai entrepris, en mettant à contribution l'obligeance de M. Radiguer, ingénieur de la Marine, auteur d'expériences intéressantes sur les évolutions des sous-marins, une série de calculs assez détaillés donnant en

particulier la valeur du maximum de F et celle de l'inclinaison φ correspondante. Le travail a été exécuté en faisant des hypothèses variées sur la valeur

Fig. 1.



de β, de 2° à 10°, et sur celle de θ, de 8° à 15°. Je citerai seulement ici les quelques chiffres nécessaires pour élucider les questions.

La valeur de i en fonction de β, θ, φ, qui s'obtient par une résolution de

triangles sphériques ou par la simple géométrie, est

$$\sin i = \cos\beta \sin\theta \left(\frac{\tan\beta}{\tan\theta} + \sin\varphi \right); \tag{4}$$

on peut tirer de cette expression : soit celle (1) de $\sin i$, pour $\theta = 0$, $\varphi = 0$; soit celle (3) de $\sin\varphi_1$ correspondant à $i = 0$.

La détermination des angles est simple affaire de géométrie, mais, pour la valeur de la force F, on ne peut avoir qu'une expression hypothétique en fonction de la vitesse V et de l'angle d'incidence i [1]. Nous avons adopté la formule usuelle de la pression normale,

$$V^2 \sin i,$$

au facteur constant près, qu'il est inutile d'introduire dans les formules suivantes.

La composante verticale ou poussée est, dans l'hypothèse qui précède,

$$F = V^2 \sin i \cos\gamma,$$

ou, d'après les deux formules (2) et (4),

$$F = V^2 \cos^2\beta \sin\theta \cos\varphi \left(\frac{\tan\beta}{\tan\theta} + \sin\varphi \right). \tag{5}$$

En prenant la dérivée de F par rapport à φ et l'égalant à zéro, on a la valeur φ_2 de φ correspondant au maximum de F,

$$\sin\varphi_2 = -\frac{1}{4} \frac{\tan\beta}{\tan\theta} + \sqrt{\left(\frac{1}{4} \frac{\tan\beta}{\tan\theta} \right)^2 + \frac{1}{2}}. \tag{6}$$

Le signe — correspond à son minimum négatif de F.

Au lieu de calculer la valeur maximum F_2 correspondante, nous prendrons son rapport R à la poussée sustentatrice de la marche normale

$$F_0 = V_0^2 \sin\beta \cos\beta, \tag{7}$$

égale au poids P de l'appareil, pour $\theta = 0$, $\varphi = 0$. Nous avons

$$R = \frac{\cos\beta \sin\theta \cos\varphi}{\sin\beta} \left(\frac{\tan\beta}{\tan\theta} + \sin\varphi \right) \left(\frac{V}{V_0} \right)^2. \tag{8}$$

---

[1] La pression de l'air sur une surface de toile n'est pas proportionnelle à $\sin i$ pour les très petites valeurs de $\sin i$, car elle n'est jamais infiniment petite; elle passe brusquement d'une face à l'autre avec une valeur finie.

Cette expression se simplifie, pour les calculs, en remplaçant $\cos\varphi_2$ par sa valeur en fonction de $\sin\varphi_2$ correspondant au cas particulier de R_2,

$$(9) \qquad \cos^2\varphi_2 = \sin\varphi_2\left(\frac{\tang\beta}{\tang\theta} + \sin\varphi_2\right),$$

qui se tire très facilement de l'équation dérivée de (5).

Nous avons ainsi

$$(10) \qquad R_2^2 = \frac{\cos^2\beta\sin^2\theta}{\sin^2\beta}\sin\varphi_2\left(\frac{\tang\beta}{\tang\theta} + \sin\varphi_2\right)^2\left(\frac{V_2}{V_0}\right)^4.$$

On peut tracer, à l'aide de l'équation (8), une courbe complète des valeurs de R en fonction de l'angle φ. Cette courbe, portée en coordonnées polaires à l'extérieur d'un cercle de rayon égal à l'unité, est assez curieuse; mais son intérêt est purement algébrique, en dehors de l'arc compris, du côté négatif, entre $\varphi = 0$, $F = P$, et $\varphi = \varphi_1$, $F = 0$, du côté positif, entre $\varphi = 0$ et $\varphi = \varphi_2$, $F = F_2$. Il est même certain que, du côté négatif, l'aviateur agira sur le gouvernail horizontal, dès que le plan sustentateur menacera de faseyer, et que l'axe longitudinal se relèvera ainsi à l'avant en produisant un effet équivalent à l'accroissement de β. D'autre part, les valeurs de φ_2 correspondant au maximum de F sont assez élevées pour qu'un aviateur ne se risque pas à les dépasser, ni même à les atteindre.

Pour un rapport de $\tang\theta$ à $\tang\beta$ égal à 3, qui peut facilement être atteint, l'angle φ, vers l'extérieur du cercle, pour lequel la poussée de sustentation s'annule, est de 19°, ce qui suffit à montrer que la question est d'importance toute pratique. Pour un rapport égal à 6, qui est réalisé pour $\beta = 2°$ et $\varphi = 12$, cet angle descend à 9°,5, ce qui montre que la tendance à s'incliner, comme font en général les navires, vers l'extérieur du cercle constituerait un grave danger. En effet, la valeur de β égale à 2° est à peu près celle qui a été indiquée comme donnant le maximum de poussée pour un travail moteur déterminé, et l'angle de dérive de 12° doit vraisemblablement être parfois dépassé.

Pour un rapport de $\tang\theta$ à $\tang\beta$ égal à 3, avec β égal à 5°, la valeur de R^2 atteint 4,7 et celle de R est par suite de 2,2 dont la racine carrée est 1,45. Ce chiffre montre que l'inclinaison vers l'intérieur du cercle, obtenue automatiquement par l'effet de la résistance du plan vertical à la dérive, peut servir à maintenir constante la poussée de sustentation, et par suite à éviter tout mouvement de descente pendant la giration. Il ne serait même pas nécessaire, dans le cas considéré, de porter l'inclinaison φ jusqu'à

la valeur φ_2, qui correspond au maximum de F et qui est de $39°,4$, car, à en juger par les navires, la vitesse ne sera pas réduite pendant les girations dans le rapport de 1 à 1,45. Il serait d'ailleurs très imprudent d'approcher de l'inclinaison statique φ_2, tant qu'on ne connaîtra pas la limite de stabilité dynamique d'un aéroplane.

L'examen de la formule (10) montre que, pour obtenir de grandes valeurs de R avec des inclinaisons φ modérées, il faut donner une grande valeur à θ ou une faible valeur à β. Mais les grands angles de dérive donnent de grandes réductions de vitesse, ce qui va à l'encontre du but cherché. Il faut donc adopter de préférence des plans de dérive assez étendus pour modérer l'angle de dérive, et opérer avec de faibles angles d'attaque de l'air β. Ceci fait, il restera ensuite au constructeur à obtenir l'inclinaison φ nécessaire pour conserver la poussée constante, en agissant sur le couple de stabilité et le couple d'inclinaison, qui sont, l'un et l'autre, à son entière disposition.

Il est à noter que, contrairement aux navires, les aéroplanes ne sont pas exposés à voir leur couple de stabilité s'évanouir sous certaines inclinaisons, par suite d'une diminution de la hauteur métacentrique. Pour eux le métacentre se confond avec le centre de poussée, et le bras de levier de stabilité a est la distance entre le centre de gravité qui ne varie pas et le centre de poussée qui ne varie guère. Par contre, ils sont exposés à un danger inconnu des navires, parce que, dans l'expression de leur moment de stabilité

$$M = Pa\sin\varphi, \tag{11}$$

le facteur P représente non pas le poids, mais seulement celle des deux forces, poids P et poussée F, qui est la plus faible, lorsqu'elles ne sont pas égales. Par suite, le moment de stabilité s'annule en même temps que la poussée, et l'aéroplane doit chavirer en même temps qu'il viendrait à sombrer.

Les formules qui précèdent et les chiffres calculés n'ont aucune prétention à l'exactitude, puisqu'ils ont un point de départ hypothétique et même sûrement inexact. Aujourd'hui, comme il y a 35 ans, j'ai la conviction que le problème de l'aviation est à résoudre, ainsi qu'il est arrivé jusqu'ici, par l'expérience plutôt que par le calcul. Pour les girations, les équations peuvent servir; surtout le parallèle établi avec les navires est utile, parce que l'absence de tout point de repère au milieu de l'atmosphère rend à peu près impossible toute observation de dérive, de diamètre de giration, de vitesse instantanée, etc.

Les calculs, même approximatifs, ont d'ailleurs leur intérêt quand ils révèlent l'approche possible d'un danger, et leur excuse quand ils peuvent épargner l'expérience trop concluante d'une catastrophe.

Notons en terminant que, grâce à l'extrême simplicité des formes des aéroplanes, les données expérimentales indispensables pour préparer un projet et construire un bon appareil au point de vue évolutif sont relativement simples. Les résistances élémentaires sur une surface plane se combinent vraisemblablement en une résultante unique qu'on pourra connaître exactement, alors que nous soupçonnons seulement la position des pressions de l'eau sur les carènes obliques. On n'a pas à craindre non plus, en aucun sens, sur l'aéroplane, le couple d'embardée, dont le fâcheux effet s'est manifesté souvent au cours des manœuvres de plongée, dans la navigation sous-marine, qui a tant d'analogies avec la navigation aérienne.

CHIMIE AGRICOLE. — *L'emploi agricole de la cyanamide de calcium.* Note de MM. **A. Müntz** et **P. Nottin**.

L'emploi des engrais azotés pour la culture intensive se développe de plus en plus, mais les sources auxquelles on les empruntait jusqu'ici ne deviennent pas plus abondantes; il en est même qui tendent vers l'épuisement. Aussi pouvait-on craindre de voir se ralentir l'élan qui a porté l'agriculture vers les engrais chimiques. Ces appréhensions ont été calmées par la possibilité, aujourd'hui acquise, de faire entrer en combinaison l'azote libre de l'atmosphère, source illimitée, et de le donner aux plantes sous une forme qu'elles peuvent utiliser.

L'un des procédés usités pour obtenir cette fixation de l'azote libre consiste à absorber ce gaz par du carbure de calcium, à une température d'environ 1000°, et à produire ainsi la cyanamide de calcium. Cette opération, déduite des travaux de MM. Frank et Caro [1], est devenue industrielle, et le produit obtenu est actuellement livré à l'agriculture.

Il y avait intérêt à étudier les réactions que la cyanamide subit lorsqu'elle est incorporée au sol, la manière dont elle se comporte vis-à-vis des végétaux aux divers stades de leur développement et son influence sur l'augmentation des récoltes. Déjà diverses publications, faites surtout en Allemagne

[1] *Kongresses für angewandte Chemie zu Berlin*, 1903, et *Zeitschrift für angewandte Chemie*, 1903.

et en Italie, ont montré que la cyanamide de calcium pouvait servir d'aliment aux plantes et que son action était comparable à celle des engrais azotés usuels. Nous avons cru utile de vérifier les observations déjà faites, mais en les complétant par l'étude de la nitrification de la cyanamide dans le sol. On sait que c'est principalement sous la forme de nitrates que l'azote est absorbé, et l'un de nous a montré (¹) que la rapidité avec laquelle les engrais azotés nitrifient peut servir de mesure à leur efficacité.

Dans ce but, nous avons incorporé à différents lots d'une terre franche de la cyanamide dosant 20,07 pour 100 d'azote et des engrais azotés usuels (sulfate d'ammoniaque, sang desséché, cuir torréfié). Les proportions ont été calculées de façon que la quantité d'azote donnée fût la même dans chaque cas ($0^g,25$ par kilogramme de terre). Nous avons déterminé les quantités d'azote nitrifié par kilogramme de terre :

	Cyanamide.	Sulf. amm.	Sang.	Cuir.
	g	g	g	g
Au bout de 8 jours..........	−0,003	0,039	0,048	0,003
» 15 jours..........	−0,011	0,149	0,111	0,024
» 33 jours..........	0,020	»	»	»
» 2 mois..........	0,068	»	»	»
» 3 mois ½.........	0,204	0,247	0,154	0,057

Dans cette expérience, la quantité d'azote nitrifié au bout de 5 mois a été pour 100 d'azote introduit :

Sulfate d'ammoniaque....................	100
Cyanamide de calcium....................	88
Sang desséché..........................	66
Cuir torréfié..........................	26

Avec les quantités de cyanamide employées, qui sont 10 à 20 fois supérieures à celles de la pratique agricole, nous avons observé au début une action paralysante des organismes nitrifiants et même une légère dénitrification; mais au bout de peu de temps, les organismes s'étant acclimatés à ce milieu, la nitrification s'est installée normalement. Nous avons pu voir, dans une expérience spéciale, que ce retard était dû à la cyanamide elle-même, bien plus qu'à la chaux vive, toujours en excès dans le produit commercial.

Avec une fumure à la cyanamide correspondant à 40^{kg} d'azote par hec-

(¹) MÜNTZ et GIRARD, *Comptes rendus*, t. CXII, p. 1458.

tare, cet arrêt momentané ne s'est pas produit, comme le montrent les chiffres suivants :

	Azote nitrifié par kilogramme de terre.
	g
Au bout de 9 jours..............	0,005
» 21 jours..............	0,015
» 43 jours..............	0,036

Dans les terres humifères, qui sont le siège d'une activité nitrifiante très grande, on peut introduire des quantités de cyanamide beaucoup plus grandes, sans qu'il y ait à aucun moment un arrêt ni un ralentissement dans la formation du nitre. On peut même enrichir considérablement le sol par des apports successifs de cyanamide, sans préjudice de son aptitude nitrifiante, puisque nous avons pu, dans une période de 4 mois et demi, introduire progressivement dans une terre plus de 60 fois ce qu'on met d'engrais azoté pour la culture la plus intensive, sans que l'accroissement du nitre ait été entravé. Au bout de ce temps, la terre renfermait par tonne 812^{g} d'azote nitrifié, soit 4^{kg},200 d'azotate de chaux.

Les divers résultats obtenus par l'étude de la nitrification nous permettent donc d'affirmer que la cyanamide de calcium se classe parmi les engrais azotés les plus actifs, équivalant sensiblement au sulfate d'ammoniaque.

Des essais culturaux ont été institués dans diverses régions pour vérifier les expériences de laboratoire. Voici quelques-uns de nos résultats :

I. *Fretoy* (Seine-et-Marne). — Terre très fertile. Blé de printemps. 40^{kg} d'azote donnés par hectare.

	Récolte par hectare.	
	Grain.	Paille.
	kg	kg
Cyanamide........................	3852	5200
Sulfate d'ammoniaque..............	3140	4200
Sang desséché......................	3548	4800
Cuir torréfié........................	3040	3600
Témoin (sans engrais azotés)........	2964	3840

II. *Mours* (Seine-et-Oise). — Terre fatiguée, sous-sol crayeux. Blé de printemps. 40^{kg} d'azote donnés par hectare.

	Récolte par hectare.	
	Grain.	Paille.
	kg	kg
Cyanamide de calcium..............	1640	5040
Sulfate d'ammoniaque..............	1640	4840
Sang desséché......................	1520	4080
Cuir torréfié........................	1480	3600
Témoin..........................	1500	3680

III. *Mours* (Seine-et-Oise). — Sables nummulitiques, sous-sol argileux. Blé de mars. 40^{kg} d'azote donnés par hectare.

	Récolte par hectare.	
	Grain.	Paille.
Cyanamide de calcium	2620^{kg}	5880^{kg}
Sulfate d'ammoniaque	2400	5800
Sang desséché	2820	6600
Cuir torréfié	2420	5440
Témoin	2200	5000

IV. *Alvent* (Dordogne). — Vignes. 47^{kg} d'azote donnés par hectare.

	Poids de raisin à l'hectare	
	en terrain léger.	en terrain argileux.
Cyanamide de calcium	7990^{kg}	8585^{kg}
Sulfate d'ammoniaque	8170	8702
Témoin	6830	7232

V. *Alvent* (Dordogne). — Terrain argilo-siliceux. Prairies naturelles. 47^{kg} d'azote donnés par hectare.

	Poids de foin par hectare.
Cyanamide de calcium	3690^{kg}
Sulfate d'ammoniaque	3740
Témoin	3060

On voit que, dans ces essais culturaux, l'action de la cyanamide a été sensiblement équivalente à celle du sulfate d'ammoniaque.

Y a-t-il inconvénient à faire coïncider l'époque de l'épandage de cyanamide avec celle des semailles, c'est-à-dire y a-t-il une influence défavorable de cet engrais sur la levée des graines? Pour élucider cette question, nous avons pratiqué comparativement les semailles sur la terre ayant reçu la cyanamide depuis 15 jours et sur la terre l'ayant reçue le jour même. Voici les résultats observés à la récolte :

	Blé. Grain par hectare.		Avoine. Grain par hectare.		
	I.	II.	I.	II.	III.
Cyanamide donnée le jour des semailles	3852^{kg}	1760^{kg}	3760^{kg}	2600^{kg}	3180^{kg}
Cyanamide donnée avant les semailles	3872	1640	3840	3000	3080

Il n'y a donc pas eu, sauf dans un cas, d'effet fâcheux de la cyanamide

sur la levée des graines, lorsqu'on l'a donnée au sol en même temps que ces dernières. Cependant, il peut être conseillé, par mesure de prudence, de donner cet engrais un peu à l'avance, comme d'ailleurs on le fait généralement pour les engrais similaires.

La cyanamide peut-elle être donnée en couverture, c'est-à-dire sur les plantes en végétation? Les jeunes plantes sont assez sensibles au contact des substances ayant une certaine causticité et leur végétation peut s'en trouver contrariée; il y avait donc lieu de chercher si l'application de la cyanamide au printemps exerçait une influence fâcheuse sur les plantes. Nous en avons répandu, à raison de 200^{kg} à l'hectare, aux mois de mars et d'avril sur le blé, l'avoine et la prairie naturelle. Lorsque le temps était pluvieux ou seulement humide, il ne se produisait aucun fléchissement de la végétation. Mais par les temps secs, surtout lorsque le soleil était ardent, on observait quelquefois, sur les céréales, un jaunissement momentané, qui disparaissait au bout de peu de jours, et, pour la prairie, une flétrissure légère de l'herbe, vite disparue également. Au bout de peu de temps, les plantes avaient repris toute leur vitalité et l'effet stimulant de l'engrais donné ne tardait pas à se manifester. Les rendements des récoltes n'ont pas été affectés de cette action de courte durée.

Cependant, ces observations nous portent à conseiller des précautions dans l'emploi de la cyanamide en couverture; en particulier, de n'opérer que par des temps pluvieux.

L'ensemble de nos observations montre que ce nouveau produit, dont l'azote est tiré de l'air, constitue un engrais très sensiblement analogue au sulfate d'ammoniaque.

BOTANIQUE. — *Sur une nouvelle espèce de* Sarcocaulon *Sweet de Madagascar Sud* (S. Currali nov. species) *et sur l'écorce résineuse des Sarcocaulon.* Note de M. **Édouard Heckel**.

On connaît jusqu'ici cinq espèces de *Sarcocaulon* (Géraniacées), genre démembré avec raison des *Monsonia*, dont les représentants se distinguent par leur condition xérique, leurs tiges et rameaux couverts de piquants acérés, le faible développement de leur limbe foliaire, et, par contre, la forte carnosité de leur écorce (d'où leur nom générique), enfin, par la *soudure à la base de leurs étamines*, ensemble de caractères, dont quelques-uns épharmoniques, qui ne sauraient évidemment les faire ériger en famille distincte

des Géraniacées, à laquelle elles appartiennent sans conteste de par leurs autres caractères morphologiques.

A ces caractères connus s'en ajoute, comme je vais le dire, un autre, remarquable par sa constance et son importance applicative, et qui, je m'en suis assuré, ne se retrouve à aucun degré, ni dans les genres voisins (*Monsonia*, *Pelargonium*, etc.), ni dans les autres sections de cette famille.

C'est la présence, restée jusqu'ici inconnue, dans l'écorce de ces plantes, de plusieurs résines à parfum très agréable et qui se révèle à l'odorat quand on brûle cette écorce sèche. Celle-ci s'enflamme très facilement en dégageant, sans fumée, une odeur très marquée d'encens, bien que ces résines n'aient pas la composition de l'encens.

Ces plantes singulières et toutes des régions sèches et pierreuses du Sud africain (Afrique australe extratropicale) se répartissent en cinq espèces : *Sarcocaulon Burmanni* et *S. L'Heritieri* Sweet; *S. Patersoni* Eckl. et Zeyh.; *S. Marlothi* Engler; enfin *S. rigidum* Schinz. Ainsi constitué, ce petit genre très localisé vient, comme on pouvait le prévoir d'après les affinités de la flore malgache avec celle du continent africain, de s'enrichir d'une nouvelle espèce particulière à Madagascar.

Découverte aux environs de Tuléar par M. Coural, agent de la Compagnie marseillaise de Madagascar, elle m'a été adressée pour la détermination et pour l'étude par ce correspondant. Elle se trouve assez abondante et en sociétés denses dans les régions sèches et pierreuses, à 10^{km} environ de Tuléar et au nord de cette ville. Il ne s'agit pas ici d'un sous-arbrisseau, comme c'est le cas le plus souvent pour les espèces connues du continent africain, mais bien d'un arbuste pouvant atteindre 2^m de haut (d'après M. Coural).

Je nomme cette espèce nouvelle *Sarcocaulon Currali*, du nom de celui qui l'a récoltée le premier et me l'a fait connaître. Je donnerai ultérieurement, en détail, dans les *Annales du Musée colonial de Marseille*, la diagnose et la description détaillée de cette nouvelle espèce, qui présente le plus grand intérêt tant au point de vue scientifique qu'applicatif. Elle semble connue des indigènes de la région sous le nom de *Mongy* (1).

L'écorce de cette plante se détache, après dessiccation, très facilement de la tige et des rameaux : elle est grise et peu épaisse (1^{mm} à 2^{mm}), très cassante, à cassure résineuse. Elle porte sur toute sa surface extérieure la trace des feuilles et des stipules

---

(1) Ce même nom est, du reste, donné par les indigènes à d'autres plantes, notamment appartenant aux genres *Hernandia*, *Croton*, *Dombeya*, *Kalanchoe*.

caduques sous forme de cicatrices ovales allongées, à grand axe transversal par rapport à l'axe du rameau, et présentant au centre (faisceau) une dépression quelquefois perforée, mais moins souvent que dans l'écorce de *S. rigidum* Schinz, où cette perforation est la règle. Cette dernière écorce, de couleur jaune foncé, est comme un bloc de résine, à cassure conchoïdale, et beaucoup plus épaisse que celle de Madagascar.

L'écorce du *Sarcocaulon* de Madagascar, blanc grisâtre à l'extérieur et brune à l'intérieur, répand en masse, et en dehors de toute combustion, une odeur d'encens. Traitée par l'alcool à 92°, elle donne 16 à 18 pour 100 d'une résine jaune, à parfum discret, doux et agréable, qui rappelle, non plus l'encens, mais le benjoin de Siam, toutefois moins accentué. Après épuisement par l'alcool, la même écorce, traitée par le tétrachlorure de carbone, laisse, après évaporation du dissolvant, 8 à 10 pour 100 d'une résine plus pâle, d'un jaune plus clair que la précédente et répandant le même parfum discret; enfin, après épuisement par le tétrachlorure, la même écorce, traitée par le sulfure de carbone, donne de 2 à 3 pour 100 d'une résine plus pâle encore et peu ou pas odorante. Il y a, en tout, de ces diverses résines, 28 à 30 pour 100.

Parmi les espèces connues de ce genre *Sarcocaulon*, c'est assurément l'écorce de *S. rigidum* (originaire d'Angra-Pequena, Afrique allemande du Sud-Ouest), qui est la plus riche en ces résines. Elle en renferme plus de 50 pour 100 et semble, par sa texture, entièrement remplie de ces résines.

Il n'est pas douteux que ces écorces, dont les indigènes eux-mêmes ignorent à cette heure les propriétés, et dont M. Coural ne soupçonnait ni la constitution ni la valeur quand il me les a transmises pour l'étude, seront l'objet, à raison de leur composition chimique si particulière et si différente de celle des autres représentants de la famille des Géraniacées [1], un jour ou l'autre, d'une exploitation commerciale et industrielle, peut-être agricole, surtout si, comme on peut le prévoir, leurs résines parfumées peuvent être obtenues sans le secours d'un dissolvant et par la simple incision de la partie corticale. C'est ce que nous diront des expériences en cours d'exécution. On obtiendrait alors, sans difficulté et sans dépenses, un succédané du benjoin de Siam ou de Sumatra, si employé en parfumerie.

M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE fait hommage à l'Académie de la brochure qu'il vient de publier sous le titre : *Application aux mouvements planétaire et cométaire de la recherche du centre de gravité et des axes principaux du*

---

[1] Ces plantes donnent, surtout par leurs feuilles, des essences, dont quelques-unes très recherchées par l'industrie de la parfumerie, et objet actuel d'un commerce très important pour nos colonies françaises (Algérie et la Réunion) sous le nom d'*essence de geranium* (fausse essence de rose).

temps de parcours. Il rappelle que ces deux théories ont été récemment établies par lui au point de vue général (*Annaes scientificos da Academia polytechnica do Porto*, 1906; *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1908). Cette application aux mouvements astronomiques a pu être effectuée à l'aide de calculs rigoureux, sans recourir aux approximations, comme cela devient la plupart du temps nécessaire dans les recherches de Mécanique céleste.

RAPPORTS.

Rapport sur un Mémoire intitulé : *Recherches expérimentales sur la résistance de l'air effectuées par M. G. Eiffel*; par MM. **Maurice Levy** et **Sebert**.

M. G. Eiffel a soumis à l'Académie un important Mémoire, contenant le compte rendu des expériences qu'il poursuit, depuis plusieurs années, pour déterminer la résistance que l'air oppose au mouvement de corps se déplaçant en ligne droite.

Ces expériences, qu'il a exécutées en mettant à profit les conditions favorables que présente la Tour de 300^m du Champ de Mars, ont porté sur des corps présentant à l'avant des surfaces de diverses formes et se mouvant verticalement, sous l'influence de la seule pesanteur, avec des vitesses comprises entre 18^m et 40^m par seconde.

De nombreuses expériences avaient été effectuées déjà antérieurement pour mesurer la résistance que l'air oppose ainsi au mouvement de corps, de formes diverses, animés de vitesses croissantes, depuis l'époque où Newton a, pour la première fois, indiqué que, pour des surfaces normales à la direction du mouvement, cette résistance paraît croître comme le carré de la vitesse, en restant proportionnelle d'ailleurs à l'aire de ces surfaces.

Le coefficient K de la formule $R = KSV^2$ représentant cette loi, qui devrait être constant si elle était rigoureusement exacte, a été trouvé variable dans des limites assez étendues, suivant les modes d'expérience adoptés et suivant les formes et les dimensions des corps soumis aux essais.

Les valeurs trouvées restent sensiblement les mêmes pour les vitesses relativement faibles, inférieures à 20^m, qui sont assez facilement réalisables. Elles deviennent moins concordantes lorsqu'on dépasse ces vitesses, même si on laisse de côté l'étude des lois du mouvement des projectiles, étude qui a donné lieu déjà à tant d'expériences et a mis en évidence, pour ce problème spécial, des phénomènes fort compliqués.

L'étude de la résistance opposée par l'air au mouvement des corps animés de vitesses comprises entre 20^m et 40^m présente d'ailleurs une grande importance pratique, car ce sont là des vitesses qu'on est amené aujourd'hui à rencontrer dans la marche des véhicules rapides, tels que wagons de chemins de fer, voitures automobiles ou même aérostats et aéroplanes, ou encore dans l'étude de l'action du vent sur les appareils mis en mouvement par les courants atmosphériques, ou enfin dans l'évaluation des efforts exercés par les ouragans sur les édifices et les constructions.

Les divergences observées entre les résultats obtenus par les différents expérimentateurs tiennent tant à la difficulté de réaliser ces vitesses, dans des conditions favorables aux observations et aux mesures, qu'à la complexité même du problème. On néglige, en effet, une grande partie des éléments qui interviennent dans la question, quand on ne cherche à déterminer que la résultante d'efforts qui sont dus, en réalité, à l'action individuelle des filets gazeux qui agissent différemment sur toutes les parties du corps plongé dans l'air et qui produisent tant des pressions en avant que des contre-pressions en arrière, dans des conditions qui sont d'ailleurs variables suivant la position de ces parties et qui sont aussi fonctions de la nature des déplacements imprimés à ces filets gazeux par le mouvement même du corps considéré.

On ne pourrait espérer déterminer, avec une complète précision, la résistance opposée au mouvement d'un corps dans l'air que si l'on savait déterminer chacune des poussées élémentaires existant en ses différents points et si l'on pouvait effectuer la sommation de toutes ces poussées.

On conçoit donc qu'en se contentant d'enregistrer expérimentalement, comme on le fait, la seule résultante de tous ces efforts, on doit obtenir des résultats qui diffèrent, pour une même section droite donnée, suivant la forme de la surface antérieure du corps considéré et même suivant la forme des parties de ce corps situées en arrière de la maîtresse section.

Les résultats observés peuvent encore être altérés par des perturbations dues aux mouvements particulaires des filets gazeux, provoqués par le mode expérimental adopté, et c'est ce qui doit arriver notamment lorsque, pour réaliser de grandes vitesses, on a recours à des appareils rotatifs, en forme de manèges, provoquant des mouvements tourbillonnaires de l'air.

C'est ce qui explique, ainsi que le rappelle M. Eiffel, que les expérimentateurs qui l'ont précédé, en admettant d'ailleurs l'exactitude de la loi du carré, qui n'est pas rigoureusement certaine, aient trouvé, pour la valeur de K, suivant la forme de la surface opposée à l'air et suivant le mode d'expérience, des valeurs variant depuis 0,070 jusqu'à 0,125, les plus grandes valeurs trouvées correspondant d'ailleurs généralement aux plus grandes surfaces et aux plus grandes vitesses qui, celles-ci, étaient réalisées à l'aide d'appareils rotatifs.

Pour éliminer, le plus possible, ces différentes causes d'erreur et obtenir les modifications susceptibles d'assurer les meilleurs résultats, M. Eiffel a limité ses expériences à des essais de chute libre, suivant la verticale, de

corps pesants présentant à l'avant des surfaces, de forme simple, placées à l'extrémité de supports assez longs pour éviter les réactions variables à l'arrière. Ces surfaces ont affecté la forme de disques, de carrés ou de rectangles ajourés en treillis, orientés normalement, ou encore la forme de plans inclinés rectangulaires, disposés alors symétriquement, à droite et à gauche de l'axe du corps mobile: pour éviter la production d'efforts dissymétriques qui auraient faussé le fonctionnement des appareils. Elles ont porté enfin sur quelques surfaces coniques ou de forme concave. Le corps pesant portant les surfaces soumises aux essais tombait verticalement depuis la deuxième plate-forme de la Tour, située à 115^m au-dessus du sol et permettant une chute libre d'environ 95^m. Il était guidé, suivant son axe, par un câble métallique tendu bien verticalement et passant librement dans un canal ménagé au centre de ce corps.

Ce câble métallique, par l'addition d'un dispositif spécial placé à la partie inférieure, permettait d'amortir la vitesse acquise par l'appareil a la fin de la chute. Il servait, en outre, pour tout le parcours du poids, de guide à un petit galet s'appuyant légèrement contre lui, par l'action d'un ressort et communiquant un mouvement de rotation, proportionnel à l'espace parcouru, à un cylindre noirci sur lequel s'enregistraient, d'autre part, le temps écoulé à chaque instant et l'effort correspondant exercé par l'air sur la surface antérieure de l'appareil.

Les durées étaient données par le tracé d'un diapason vibrant, battant à peu près le centième de seconde, mis en mouvement au début de chaque expérience.

Les efforts étaient directement mesurés par la flexion de ressorts tarés, interposés entre le corps tombant et les surfaces mises en expérience qui étaient montées à coulisse sur la partie extérieure de ce dernier; cette flexion était inscrite directement sur le cylindre tournant par un style porté par la partie mobile de la coulisse.

Des expériences préliminaires ont permis d'évaluer tous les éléments des résistances passives ou des causes perturbatrices pouvant influencer les mesures et d'en corriger au besoin les effets. Des corrections spéciales ont ramené les résultats obtenus à ce qu'ils auraient été à la température de 15° et la pression de 760^{mm}. Il a été ainsi reconnu que les seules expériences dont il était possible de tenir compte étaient celles qui avaient pu être effectuées par un calme parfait.

Des tracés graphiques établis à l'aide des relevés enregistrés par les appareils ont permis de reconnaître les essais qui avaient été affectés par des perturbations nuisibles, et ces essais ont été soigneusement éliminés. On n'a conservé ainsi qu'un nombre relativement minime des résultats fournis par les multiples expériences qui ont été effectuées et qui ont duré plus de 4 années.

Dans ces conditions, on peut admettre que les résultats obtenus par

M. Eiffel et consignés dans son Ouvrage représentent aujourd'hui les valeurs les plus précises que l'on connaisse pour la mesure de la résistance que l'air oppose au mouvement rectiligne de surfaces ayant les dimensions et les formes qu'il indique, pour des vitesses de déplacement comprises entre les limites où il a opéré.

On peut donc conseiller, à ceux qui ont besoin de connaître et d'utiliser ces valeurs, de se reporter aux nombres et résultats indiqués dans son Ouvrage, et l'on peut considérer comme établies, avec une suffisante exactitude, les conclusions principales qu'il indique et qui peuvent se résumer comme il suit.

Dans la limite des mesures effectuées, c'est-à-dire pour des vitesses comprises entre 18^m et 40^m, la résistance de l'air est sensiblement proportionnelle au carré de la vitesse. Toutefois, dans la réalité, l'exposant de la vitesse paraît croître, pour les plaques, d'une façon continue, en passant par la valeur 2 pour la vitesse de 33^m environ, mais en restant toujours assez voisin de cette valeur pour qu'on puisse accepter cette proportionnalité.

Le coefficient K de la formule ainsi admise a été trouvé constamment compris entre 0,07 et 0,08 pour l'air ramené à la température de 15° et à la pression de 760^{mm}, la valeur étant celle qu'atteignent seulement les plaques d'assez grandes dimensions. Le coefficient augmente graduellement avec la surface de la plaque et avec son périmètre.

Deux plaques voisines placées latéralement ont une influence mutuelle très faible, mais cette influence devient considérable quand les plaques sont l'une devant l'autre, et la résistance totale de deux plaques ainsi disposées peut même devenir inférieure à celle d'une plaque isolée.

D'autres conclusions analogues intéressantes ont été tirées de ces expériences par M. Eiffel, au sujet des surfaces en forme de cônes ou encore concaves à l'avant, ainsi que sur la résistance éprouvée par des corps cylindriques ou par des assemblages de plans inclinés obliquement, soit jointifs en forme de dièdres, soit distants l'un de l'autre.

Pour ces derniers plans, la résistance normale au plan croît d'abord proportionnellement à l'angle que forme cette normale avec la direction du mouvement. A partir de 30° jusqu'à 90°, elle peut être, sans erreur sensible, prise égale à la résistance qu'offre le plan normal au vent.

Les soins apportés à l'exécution de ces expériences, qui présentaient de grandes difficultés, ont permis d'obtenir des résultats beaucoup moins discordants que ceux dus aux précédents expérimentateurs, bien que ces

résultats présentent encore des écarts relativement plus considérables que ceux qu'on est amené habituellement à exiger des expériences de Physique expérimentale.

On ne peut, dans ces conditions, qu'accorder à ces expériences la confiance que M. Eiffel sollicite pour elles et exprime l'espoir qu'il pourra, comme il en a l'intention, compléter bientôt ses travaux par la publication d'un Ouvrage d'ensemble sur la résistance de l'air, résumant et discutant les résultats obtenus sur cette question par les divers expérimentateurs qui s'en sont occupés.

MÉMOIRES LUS.

MÉDECINE. — *La fièvre jaune à Saint-Nazaire*, par M. Chantemesse.

1861 et 1908 sont et resteront, il faut l'espérer, les deux dates marquantes de l'histoire de la fièvre jaune en France. Aujourd'hui comme autrefois les faits se sont déroulés dans des conditions à peu près identiques; il est intéressant de les rapprocher.

I. Dans sa relation de 1861 Meslier raconte que le voilier *Anne-Marie* a des cas de fièvre jaune parmi son équipage 17 jours après avoir quitté La Havane infectée. Puis tout semble rentrer dans l'ordre et le navire arrive à Saint-Nazaire avec deux convalescents, mais aucun malade proprement dit. « *Comme plus de* 10 *jours se sont écoulés depuis le dernier accident, on croit devoir admettre le navire à la libre pratique.* » A peine le déchargement est-il commencé que les accidents les plus formidables éclatent. En quelques jours, 21 cas de fièvre jaune se déclarent, dont 18 sur des individus venus à bord et 3 sur des personnes ayant travaillé ou habitant à proximité du navire infecté. Quelques autres se manifestent chez des matelots de navires entourant l'*Anne-Marie*.

En 1908, le paquebot *La France* part de la Martinique infectée de fièvre jaune le 11 septembre et arrive à Saint-Nazaire le 24 du même mois. *Un laps de temps de plus de* 9 *jours* s'étant écoulé depuis le départ de l'escale contaminée et aucun accident de fièvre jaune ne s'étant manifesté à bord, le navire est déclaré indemne de par le règlement. A peine le déchargement est-il commencé que des cas de typhus amaryl se déclarent: en quelques jours, 11 personnes sont atteintes et 7 meurent. Les victimes sont des garçons et employés du navire, un journalier de la ville qui était venu travailler à bord, un matelot d'un navire voisin, *La Loire*.

En 1908, comme en 1861, la fièvre jaune est entrée en France *réglementairement*.

II. Meslier, après avoir étudié dans tous ses détails l'épidémie de Saint-Nazaire (1861), concluait que la maladie n'avait été amenée ni par les marchandises, ni par les hommes, et que sa cause inconnue avait son siège dans le navire même et plus particulièrement dans les cales.

En 1908, les mêmes constatations ont été relevées. Ni les malades frappés de fièvre jaune et soignés çà et là, dans la ville, à la campagne, dans les salles communes de l'hôpital, ni les marchandises livrées dans la ville ou plus loin, ni les linges et objets de literie expédiés aux blanchisseries diverses jusqu'à Bordeaux n'ont fait naître un seul cas de contagion. De nos jours, comme jadis, tout le danger a résidé sur le paquebot et autour du paquebot. C'est le navire qui a été malade.

A la cause mystérieuse invoquée par Meslier nous pouvons aujourd'hui, grâce aux travaux modernes, substituer des faits plus précis. Sur le paquebot *La France*, le moustique dangereux importé de la Martinique, le *Stegomya fasciata*, était présent et encore vivant à Saint-Nazaire après l'éclosion de l'épidémie.

J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie des échantillons de cet insecte pris sur le navire. De plus, dans la salle d'hôpital où étaient soignés les cas de fièvre jaune même à leur début, j'ai pu saisir, pendant la nuit, de nombreux moustiques. Ce n'était point des *Stegomya*, mais seulement des moustiques communs. Malgré la chaleur persistante et la durée d'un automne exceptionnel, les Culex de notre pays se sont montrés incapables de transmettre la contagion amaryle.

III. Pour éviter le retour de la fièvre jaune en France, nos règlements sanitaires doivent être changés. Il faut que des instructions prophylactiques apprennent aux officiers de la marine marchande, ignorants de toutes ces choses, les moyens de se préserver et de se débarrasser des moustiques dans les pays dangereux et en cours de route. Il faut que nos mesures à l'arrivée soient transformées. La fièvre jaune n'est pas contagieuse dans les régions septentrionales de la France, mais son importation fait naître une catastrophe qui est à la fois moins et plus qu'une épidémie. C'est un accident du travail que devrait viser la Caisse de prévoyance des marins français.

A l'égard d'une maladie aussi facile à éviter et aussi rare dans notre pays que la fièvre jaune, le devoir sanitaire et le devoir social peuvent être facilement remplis.

CORRESPONDANCE.

L'**Académie royale des Sciences de Lisbonne** adresse à l'Académie l'expression de ses sentiments de sympathie à l'occasion de la mort d'*Antoine-Henri Becquerel*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Transactions of the international Union for Cooperation in Solar Research*, t. II (Third Conference). Ce Volume est consacré au Congrès international des Études solaires tenu à Meudon du 20 au 23 mai 1907, et contient un portrait de feu M. Janssen.

2° *Ricerche sperimentali sui raggi magnetici*, Memoria del Prof. Sen. Augusto Righi.

3° *Leçons d'Électrotechnique générale*, professées à l'École supérieure d'Électricité par P. Janet. (Présenté par M. J. Violle.)

4° *Traité de Géologie*. II : *Les périodes géologiques*, par M. Émile Haug. (Présenté par M. Michel Lévy.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles du troisième ordre dont l'intégrale générale est uniforme*. Note de M. **R. Garnier**, présentée par M. Painlevé.

Dans une Note précédente [1] j'ai indiqué les cas où l'équation différentielle

$$(1) \qquad y''' = \left(1 - \frac{1}{n}\right)\frac{y''^2}{y'} + b(y)\,y''y' + c(y)\,y'^3$$

a son intégrale générale uniforme, les coefficients $b(y)$ et $c(y)$ étant supposés *rationnels* en y. Je vais résoudre ici le même problème dans le cas plus général où les coefficients renferment *algébriquement* y. Conformément à un résultat énoncé par M. Painlevé, on ne rencontre, comme

[1] *Comptes rendus*, 29 juillet 1907.

intégrales de ces équations, que les fonctions fuchsiennes et des combinaisons de leurs dégénérescences [1].

Supposons $b(y)$ et $c(y)$ exprimés par des fonctions rationnelles $b_1(y, z)$ et $c_1(y, z)$ de y et d'une nouvelle variable z définie par la relation algébrique

$$f(y, z) = 0. \tag{2}$$

On sait choisir cette relation de telle sorte que l'uniformité de y entraîne celle de z. Le point analytique (y, z) étant une fonction uniforme de x, tout autre point (y_1, z_1) qui se déduit birationnellement du premier est, aussi, une fonction uniforme de x et satisfait à une équation de la même forme que (1) où l'entier n a conservé la même valeur. Il suffira donc d'étudier une seule équation de la classe à laquelle appartient (2). Je démontre alors la proposition suivante : Si l'on a $n = -2$, le coefficient $b(y)$ doit être nul; le genre p de (2) peut être quelconque et quand l'intégrale de (1) est uniforme, c'est une fonction *fuchsienne* (ou kleinéenne) de genre p. *Si n est différent de -2, p ne peut dépasser l'unité.* Considérons d'abord le cas où $p = 1$.

Soient

$$u = \int r(y, z)\,dy$$

l'intégrale de première espèce attachée à (2) et ω une de ses périodes. L'équation (1) doit être de la forme

$$\left\{\begin{aligned} y''' = {} & \left(1 - \frac{1}{n}\right)\frac{y''^2}{y'} + \left[\frac{n+2}{n}\,\frac{r'}{r} + \left(\alpha - \frac{2n+2}{n}\right)kr\right]y''y' \\ & + \left[\left(1 - \frac{1}{n}\right)\frac{r'^2}{r^2} - \frac{r''}{r} + \left(\alpha - \frac{2n+2}{n}\right)kr' + \left(\alpha - \frac{n+1}{n}\right)k^2r^2\right]y'^3 \end{aligned}\right. \tag{3}$$

[r' et r'' désignant les dérivées de r par rapport à y, prises en tenant compte de (2)]. La constante k doit être égale à 0 ou à $\frac{2\pi i}{\omega}$. Quant à α, c'est un entier positif dont le maximum est 4 pour $n = 1$, 3 pour $n = 2$, 2 pour $n = 3, 5, \infty$, qui est égal à l'unité pour toute autre valeur de n. Enfin, dans le cas $n = 5$, $\alpha = 2$, $\frac{\omega}{2}$ doit être une période. L'intégration de ces équations

---

[1] *Bull. Soc. math.*, t. XXVIII; *Acta math.*, t. XXV. L'étude des équations (1) se présente comme un problème préliminaire dans l'étude des équations du troisième ordre à intégrale uniforme.

est donnée par les formules suivantes :

$$(4)\qquad y = \varphi\left(\frac{\omega}{2\pi i}\log t\right);$$

$$(5)\qquad Ax + B = \int \frac{dt}{(1+Ct^{\alpha})^{\frac{n}{n+1}}}\qquad (\text{si } k = 0);$$

$$(6)\qquad y = \varphi[(Ax+B)^{n+1} + C]\qquad (\text{si } k = 0).$$

$\varphi(u)$ est la fonction elliptique définie par l'inversion de u; A, B, C sont les constantes d'intégration. *Toutes ces équations se ramènent d'ailleurs à celles qu'on obtient pour* $n = 1$. Soit, en effet, y l'intégrale d'une équation (3) (où l'on a $n \neq 1$); il existe une transformation $Y = F(y, y', y'')$, où F renferme nécessairement y' ou y'', et telle que Y satisfait à une équation (3) linéaire en y''.

Si $p = 0$, les équations cherchées se déduisent immédiatement des équations à coefficients rationnels par la transformation

$$(7)\qquad y = \rho(Y),\qquad z = \sigma(Y),$$

où ρ et σ sont rationnelles en Y, et où Y satisfait à une équation à coefficients rationnels. Nous sommes ainsi ramenés au problème qui fait l'objet de ma Note précédente. Mais les équations qu'on rencontre se laissent classer maintenant d'une façon plus précise.

Un premier groupe de ces équations est formé par *certaines des équations précédentes attachées à des relations* (2) *de genre un;* en effet, dans l'un des cas suivants : $\alpha = 4$, $n = 1$; $\alpha = 3$, $n = 2$; $\alpha = 2$, $n = \infty$; $\alpha = 1$, $n = -2$, ainsi que pour $k = 0$, on peut choisir la relation (2) de telle sorte que la variable z ne figure pas dans les coefficients de l'équation (3), qui est alors rationnelle en y.

Un second groupe d'équations (1) à coefficients rationnels se déduit encore de l'étude du cas où $p = 1$: il suffit de faire dégénérer la relation (2) en une relation rationnelle et d'effectuer la transformation (7). *Toute équation* (3) *donnera ainsi naissance à une équation à coefficients rationnels.* Si l'on part d'une équation (3) avec $k \neq 0$ $\left(\text{ce qui exige que l'expression } \int r(y, z)\,dy\right.$ $\left.\text{admette une période après la dégénérescence}\right)$, la fonction y définie par (4) est rationnelle en t; la simplifiée qu'elle vérifie se ramène donc à celle qui est intégrée par la fonction $t(x)$ de (5). On retrouve ainsi les équations rencontrées dans ma Note précédente pour les valeurs remarquables de n : en totalité, pour $n = 3, 5, \infty$; en partie, pour $n = 1, 2$.

Le troisième groupe d'équations (1) à coefficients rationnels n'existe que pour $n=1$ et 2; les nombreuses équations qu'il renferme se ramènent toutes aux équations (s) définies par la condition d'admettre les intégrales

$$(8)\qquad \left(\frac{dy}{dx}\right)^{\frac{3}{2}} = AP_3 + BP_2, \qquad \text{pour } n=2;$$

$$(9)\qquad \left(\frac{dy}{dx}\right)^{2} = AP_4 + BP_3, \qquad \text{pour } n=1$$

(P_i, polynome de degré i; A, B, constantes d'intégration).

Les équations (s) se ramènent, elles-mêmes, à une seule. — Tout d'abord, si y vérifie une équation (8), il existe, comme précédemment, une transformation $Y = F(y, y', y'')$ telle que Y satisfait à (9). On peut donc se borner à l'étude du cas où $n=1$. Or la formation des équations (s) se ramène évidemment, pour $n=1$, à celle d'équations linéaires du second ordre, dont l'intégrale générale est un polynome du quatrième degré, et qui admet, par conséquent, six points apparemment singuliers *simples*, $a_1, \ldots, a_6$. Soit ($\bar{s}$) une simplifiée (s) pour laquelle les a_i sont distincts : toute équation (s) se déduit de ($\bar{s}$) par dégénérescence, en faisant coïncider plusieurs a_i en a. Or, en général, si l'on se donne $a_1, \ldots, a_6$ [c'est-à-dire $b(y)$], la détermination de $c(y)$ dépend de la résolution d'une équation algébrique du sixième degré. La dégénérescence précédente est donc possible *de plusieurs façons*; le point apparemment singulier *multiple* a pourra être un pôle simple ou double pour $c(y)$, et l'on s'explique ainsi le grand nombre d'équations (s) rencontrées dans l'étude du cas rationnel. Mais c'est l'équation ($\bar{s}$) qui jouera le rôle essentiel dans l'application des simplifiées (s) à la détermination des équations différentielles du troisième ordre dont l'intégrale a ses points critiques fixes.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la résistance des fluides. Les expériences nécessaires.* Note de M. **Marcel Brillouin**.

La construction raisonnée d'appareils d'aviation doués de qualités définies à l'avance exigerait une connaissance approfondie des lois de la résistance des fluides. Aux vitesses moyennes (de 1^m à 50^m par seconde) la résistance est proportionnelle au carré de la vitesse de translation pure: il en est de même pour les vitesses de rotation pure. J'accepterai cette propriété comme point de départ.

Le mouvement d'un corps rigide au milieu d'un fluide calme est *permanent*, lorsque les trois composantes v_1, v_2, v_3 de la vitesse de translation V d'un de ses points, pris pour origine, sont constantes ainsi que les trois composantes ω_1, ω_2, ω_3 de la vitesse de rotation Ω, les axes étant liés au corps. La réaction du fluide sur le corps est alors constante et peut être définie par les trois composantes f_1, f_2, f_3 de la force F appliquée à l'origine et les trois composantes c_1, c_2, c_3 du couple C autour des axes liés au corps.

Ce sont six fonctions de six variables qu'il faudrait déterminer complètement pour chaque planeur rigide en mouvement permanent rectiligne ou hélicoïde.

Le caractère résistant est défini par la condition que le travail soit toujours négatif :

$$f_1 v_1 + f_2 v_2 + f_3 v_3 + c_1 \omega_1 + c_2 \omega_2 + c_3 \omega_3 < 0.$$

D'autre part, la loi du carré des vitesses généralisée conduit à penser que ces six fonctions f, c sont des fonctions homogènes du deuxième degré des vitesses v, ω; le travail est alors homogène du troisième degré et ne peut conserver un signe constant pour toutes les valeurs des vitesses. Cette complication, bien connue dans le cas particulier du mouvement rectiligne, oblige à employer, pour un même corps, plusieurs expressions distinctes au moins par le signe des coefficients, suivant les directions de la vitesse V et de la rotation Ω, et à distinguer les *domaines* qui conviennent à chacune de ces expressions. Ces *domaines* sont vraisemblablement d'autant plus nombreux que le corps présente un plus grand nombre d'arêtes vives.

Les expériences sur les plans minces, bien que très incomplètes, suffisent à montrer que les fonctions homogènes à employer ne sont pas des polynomes à coefficients constants dans chaque domaine ([1]). Définissons donc les vitesses par leur grandeur et par deux angles de direction, latitude et longitude. Les six composantes des forces et couples seront de la forme

$$f_1 = a_1 V^2 + a'_1 \Omega^2 + 2 a''_1 \Omega V \qquad (1, 2, 3),$$
$$c_1 = b_1 V^2 + b'_1 \Omega^2 + 2 b''_1 \Omega V \qquad (1, 2, 3).$$

([1]) Il *suffirait* dans ce cas de déterminer 126 coefficients constants *dans chaque domaine* pour définir complètement la résistance au mouvement *permanent* du planeur rigide.

où les dix-huit coefficients a, b sont des fonctions des quatre angles de direction et même du rapport $(\Omega : V)$.

En général, les six coefficients $a_1, \ldots, b_3$ ne dépendront que des angles de direction de V; les six coefficients $a'_1, \ldots, b'_3$ ne dépendront que des angles de direction de Ω: mais les cinq variables $\left(\text{y compris } \frac{\Omega}{V}\right)$ subsistent dans les six coefficients $a''_1, \ldots, b''_3$.

Des considérations de symétrie pourront quelquefois être employées pour réduire le nombre des coefficients distincts, mais seulement lorsqu'on sera assuré que les vitesses symétriques que l'on compare sont dans un même *domaine*.

Pour les planeurs, les coefficients $a_1, \ldots, b_3$ sont les plus importants; les coefficients $a''_1, \ldots, b''_3$ interviennent dans les évolutions et peuvent être considérés comme indépendants de $\frac{\Omega}{V}$; les coefficients $a'_1, \ldots, b'_3$ sont vraisemblablement sans importance.

Pour les hélices, autour de l'axe 1, les dix coefficients $a_2, \ldots, b_3$ et $a'_2, \ldots, b'_3$ sont probablement les moins importants; pourtant tous devraient être étudiés au moins pour les directions de vitesse voisines de l'axe 1, si l'on voulait élucider l'action de l'hélice dans les évolutions.

Il ne semble pas que les expérimentateurs même les plus avisés aient aperçu l'étendue des mesures à effectuer. A peine possédons-nous quelques indications, pour les planeurs symétriques, sur les facteurs a_1, a_2, dans le plan de symétrie, en fonction de la latitude seule (incidence). Nous ne savons rien sur le rôle de la longitude, rien sur les coefficients mixtes, $a''_1, \ldots, b''_3$, et, à l'exception du plan mince, rien sur les coefficients b.

La plupart des observations ont, en outre, été faites au manège, et les bras de levier étaient assez courts par rapport aux dimensions des planeurs pour que les coefficients mixtes $a''_1, \ldots, b''_3$ aient joué un rôle notable, malgré des corrections médiocrement justifiées.

Remarque. — L'étude complète d'un planeur cellulaire exigerait en outre la connaissance des *circulations* à travers chaque cellule, ce qui introduirait autant de nouvelles variables indépendantes que de cellules; les résistances f, c et les impulsions totales à travers chaque cellule seraient alors autant de fonctions homogènes du deuxième degré à la fois par rapport aux vitesses et aux circulations; mais il ne semble pas que pour le planeur en air calme ces circulations doivent être réellement indépendantes.

PHYSIQUE. — *Différents tracés d'une même voyelle chantée.* Note de M. **Marage**, présentée par M. d'Arsonval.

Les voyelles fondamentales OU, O, A, E, I se forment dans le larynx; pour qu'elles se produisent, une seule condition est nécessaire et suffisante.

Pour A les vibrations doivent être groupées par 3, pour E et O par 2, pour I et OU par 1. Ces voyelles laryngiennes sont ou renforcées ou transformées par la cavité buccale.

Elles sont renforcées, c'est-à-dire bien émises dans les conditions suivantes :

Si A est émis sur la note n, la cavité buccale doit donner la note $3n$;

Si E et O sont émis sur la note n', la cavité buccale doit donner la note $2n'$;

Si I et OU sont émis sur la note n'', la cavité buccale doit donner n''.

Dans ce qui vient d'être dit, on ne tient pas compte des harmoniques accessoires qui donnent le timbre spécial à chaque voix.

Donc, à chaque voyelle laryngienne bien émise, correspond une forme, et une seule, de cavité buccale pour un sujet déterminé. Si cette condition n'est pas remplie, la voyelle est mal émise, c'est-à-dire transformée, et la courbe caractéristique n'existe plus.

Quand une voyelle A, par exemple, est chantée sur différentes notes, il arrive le plus souvent que son tracé varie à chaque note : la figure 3 montre bien ce phénomène (*fig.* 3); il semble donc qu'il y ait autant d'A que de notes pour un même sujet : je vais montrer aujourd'hui à quoi tient cette complexité apparente des tracés d'une même voyelle.

Appareil. — J'emploie la sirène à voyelles, les résonnateurs buccaux et l'appareil de photographie de la parole présenté à l'Académie par M. d'Arsonval au mois de mars dernier (¹).

Expériences. — 1° La voyelle synthétique A est émise sur différentes notes par une sirène à voyelles dont les résonnateurs buccaux ont été supprimés; le tracé à 3 périodes reste le même sur toutes les notes (*fig.* 1 et 2, tracé type de A) comprises dans les tessitures (registres pour certains auteurs) de la voix humaine.

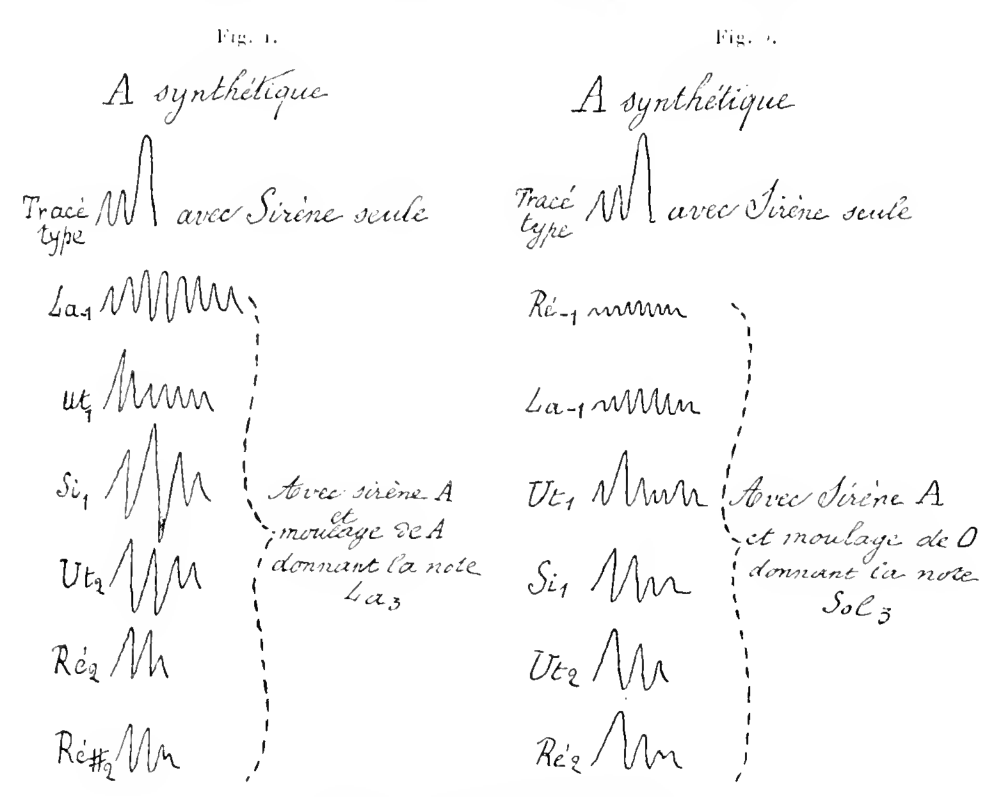
2° *Bouche constante, note variable.* — On ajoute à la sirène A le moulage en plâtre de la bouche prononçant A et renforçant la note la_3 constante; on fait alors tourner la sirène avec des vitesses différentes, de manière à avoir une note fondamentale va-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 630.

riable; le tracé change à chaque note et il ne redevient exact, c'est-à-dire à 3 périodes, que si la sirène donne la note fondamentale $\frac{la_3}{3}$ ou $ré_2$ (*fig.* 1); ces tracés d'une voyelle synthétique sont tout à fait comparables à ceux de la figure 3.

Si l'on remplace, sur la sirène A, le moulage de A par celui de la bouche prononçant O et donnant sol_3, on obtient encore des tracés différents et le seul tracé exact à 3 périodes est obtenu lorsque la voyelle est émise sur la note fondamentale $\frac{sol_3}{3}$ ou ut_2 (*fig.* 2). On obtient des résultats analogues avec le moulage de OU qui, renforçant si_2, donne un tracé à 3 périodes lorsque A est émis sur la note fondamentale mi_1.

Fig. 1. Fig. 2.



Note variable, bouche constante.
Ces figures 1 et 2 montrent comment on peut transformer le tracé type de la voyelle synthétique A et obtenir les mêmes résultats que dans la figure 3.

3° *Bouche variable, note constante.* — On remplace la bouche en plâtre par une bouche en gélatine ou en caoutchouc pouvant prendre des formes différentes; la sirène A donne constamment la note fondamentale ut_2, commune aux tessitures de basse, de baryton et de ténor; à chaque forme de bouche correspond une forme spéciale du tracé.

4° *Bouche variable, note variable.* — Pour que le tracé de la voyelle reste le même il faut que, à chaque note, la bouche change de forme suivant la loi que j'ai indiquée

au début (*fig.* 4); si la cavité buccale varie d'une façon quelconque, sans tenir compte de la note fondamentale, les tracés se transforment complètement.

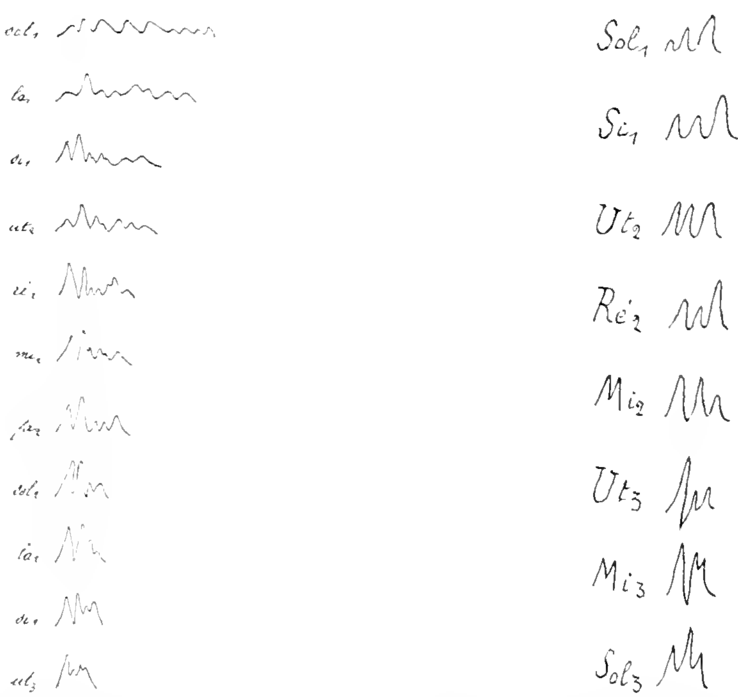


Fig. 3. — A naturel chanté d'après un tracé de phonographe.

Fig. 4. — A naturel chanté avec une bonne diction : la bouche varie de forme à chaque note.

Conclusion. — 1° En faisant abstraction des harmoniques qui donnent le timbre de chaque voix et que mon appareil n'inscrit pas, on obtient des tracés très simples pour les voyelles fondamentales OU, O, A, E, I lorsque ces voyelles sont bien émises.

2° Ces tracés se modifient à chaque note lorsque la bouche n'a pas la forme qu'elle doit avoir; c'est pourquoi, une bonne diction étant très rare dans la voix chantée, j'ai dit qu'il fallait d'abord chercher les tracés caractéristiques des voyelles parlées.

3° Il arrive que certains appareils transforment les tracés, ce qui complique encore les résultats.

4° On comprend pourquoi il est si rare de rencontrer des chanteurs ayant une bonne diction : une belle voix dépend uniquement du larynx et de l'oreille, c'est-à-dire de conditions anatomiques; une bonne diction nécessite une série d'études longues et difficiles, que peu de chanteurs ont le courage de faire complètement.

PHYSIQUE. — *Sur la radioactivité du sol.*
Note de M. F. Bordas, présentée par M. d'Arsonval.

Les rayons émis par les produits radifères exercent des actions colorantes sur le verre et la porcelaine, comme l'ont signalé les premiers M. et Mme Curie (¹). Berthelot a montré en particulier, pour les verres colorés en violet, que cette teinte était due à une oxydation du manganèse par une sorte de cémentation qui faisait pénétrer graduellement l'oxygène dans toutes les parties de la masse. On sait d'autre part que certains verres sont susceptibles de se teinter en bleu, en violet, sous l'influence d'une insolation prolongée (²).

Les différents observateurs qui ont signalé la présence de verres colorés en violet au niveau du sol sur différents points du globe n'ont pu déterminer d'une façon précise le mécanisme de ces colorations.

Ayant eu l'occasion, grâce à l'obligeance de M. A. Bertrand, ingénieur des Mines du Chili, d'examiner des verres colorés en bleu, recueillis dans la région des mines de salpêtre de la province d'Aconcagua, nous avons fait un certain nombre d'expériences que nous allons résumer en quelques mots.

Les morceaux de verre qu'on rencontre sur le sol de ces hauts plateaux des Andes proviennent presque exclusivement de bouteilles en verre blanc ayant contenu de l'*olegario alba*, sorte d'eau-de-vie du pays. L'analyse chimique a montré que ces verres contenaient des traces de manganèse; sous l'influence de la chaleur la coloration bleue disparaissait, les composés manganiques suroxydés s'étant transformés en sels de protoxyde.

Ayant ainsi la démonstration de leur coloration accidentelle, nous avons fait une première série d'expériences dans le but de déterminer l'influence des rayons solaires dans ce phénomène de coloration.

Nous avons fait placer des échantillons d'un même morceau de verre sur le sol et sur le toit des maisons du voisinage.

Ces échantillons nous ont été envoyés et leur examen a montré que le verre placé sur le sol avait pris une teinte violette, tandis que les fragments exposés aux radiations solaires sur les toits étaient demeurés incolores. Nous nous sommes fait adresser en même temps une certaine quantité de terre recueillie au voisinage des endroits où l'on avait rencontré des verres colorés en bleu. Cette terre blanche, argilo-siliceuse, n'a rien présenté de particulier à l'analyse: sa radioactivité est presque nulle ($\frac{1}{500}$ de l'uranium); l'analyse des gaz n'a pas permis de déceler la présence, même à l'état de traces, de gaz rares, comme l'hélium par exemple.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 823 (M. et Mme Curie).
(²) *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 482 (Berthelot).

Mais, comme il aurait pu se faire que cette radioactivité naturelle du sol ait été détruite pendant le transport, nous nous sommes décidé à nous servir de plaques photographiques pour enregistrer les phénomènes de radioactivité.

Nous avons donc préparé un certain nombre de petites caisses en bois contenant chacune deux plaques en gélatino-bromure séparées entre elles par une lame épaisse de zinc.

Ces plaques étaient recouvertes de papier noir sur la surface externe duquel nous avions collé des feuilles d'étain représentant des croix, étoiles, etc.

Ces caisses, expédiées de Paris cachetées, ont été placées, au Chili, dans trois endroits différents :

	Latitude Sud.	Longitude W. Greenwich.
	°	°
1. Oficiana Eujenia	24,8	69,58
2. » San-Grégorio	24,12	69,52
3. » Aconcagua	22,57	69,22

Après une exposition dans le sol qui a duré un mois, ces plaques nous ont été retournées et développées à Paris.

L'expérience a montré que le sol à l'Oficiana Eujénia est très radioactif ainsi qu'à San Grégorio, tandis que cette radioactivité est très faible ou presque nulle à l'Oficiana Aconcagua.

Les échantillons de verre colorés qui nous avaient été primitivement expédiés provenaient de l'Oficiana Eujénia et de San Grégorio.

Ces expériences préliminaires démontrent que la radioactivité du sol dans la province d'Aconcagua et en particulier dans le canton d'Agnas Blancas est assez intense pour colorer en peu de temps des fragments de verre placés sur le sol.

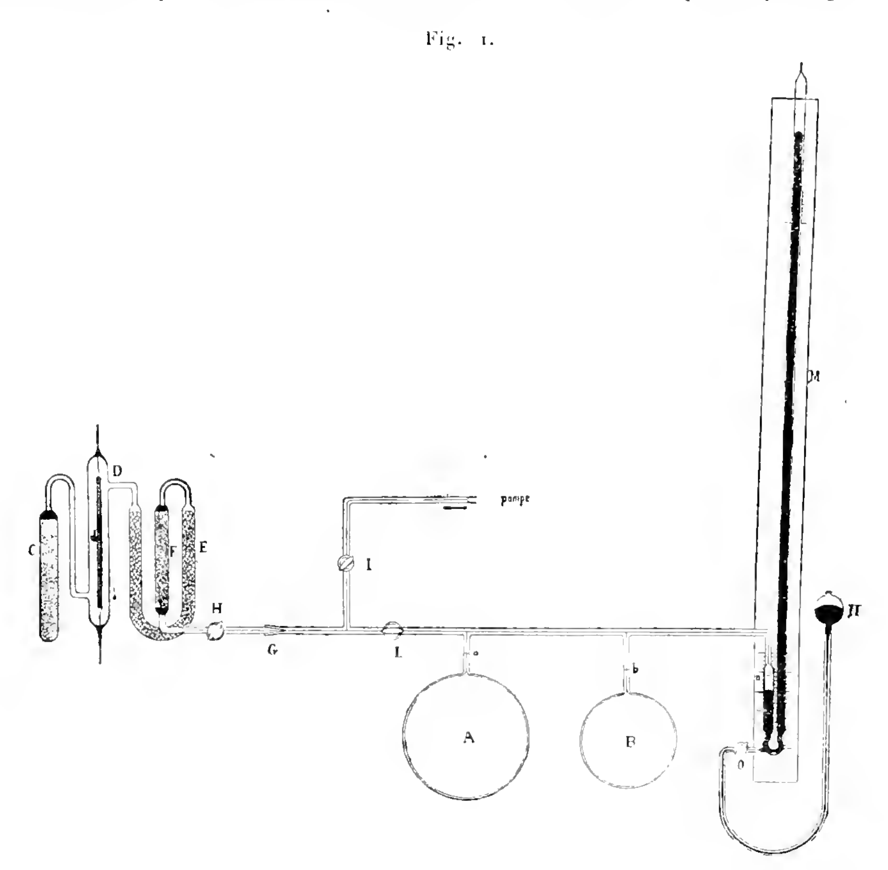
Ces constatations nous conduisent à rechercher les relations qui pourraient exister entre cette radioactivité naturelle et la formation des puissants gisements de nitrate de cette partie du Chili.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Composition volumétrique du gaz ammoniac et poids atomique de l'azote.* Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **A. Pintza**, présentée par M. G. Lemoine.

M. Morley et M. Leduc ont établi la composition volumétrique de l'eau, en oxygène et hydrogène, en déterminant successivement les densités de l'hydrogène, de l'oxygène et du gaz tonnant contenant les deux gaz dans les proportions exactes de la composition de l'eau.

Lors de nos recherches [1] sur les densités des gaz par la méthode du volumètre, nous avons tenté la même expérience sur le gaz ammoniac; les densités de l'hydrogène et de l'azote étant déjà connues avec précision, nous n'avions à déterminer que la densité du gaz ($N^2 + 3H^2$) provenant de la décomposition du gaz NH^3. Si nous avons tardé à publier d'une façon définitive nos résultats, c'est que nos expériences étaient affectées d'une cause d'erreur que nous n'avons définitivement établie que depuis peu.

Fig. 1.



L'appareil employé est un volumètre à dégagement formé de trois parties principales. Le *volumètre* proprement dit (ballons A et B de 2^l et $1^l,5$ de capacité, plus l'espace nuisible L), relié au *manomètre* M, représente le type d'appareil employé à

---

(1) Ces recherches ont fait l'objet de plusieurs Notes sommaires dans les *Comptes rendus* en 1904 et 1905. Elles seront exposées en détail dans un Mémoire actuellement sous presse. La publication partielle pour NH^3 a été faite par l'un de nous (A. PINTZA, *Thèse*, Genève, 1904).

Genève pour les déterminations de densités des gaz; *l'appareil à dégagement*, construit, comme le volumètre, entièrement en verre soudé, contient en C une charge de chlorure d'ammonium (purifié par les méthodes de Stas) et de chaux, dont on dégage en chauffant le gaz NH^3: celui-ci est décomposé en D par une spirale de platine portée électriquement à l'incandescence, suivant un dispositif utilisé depuis dans ce laboratoire pour d'autres recherches [1]; les gaz traversent ensuite un tube en U (E), rempli de perles de verre et d'acide sulfurique concentré, et enfin un tube F contenant de l'anhydride phosphorique; l'appareil se termine par un robinet rodé H, suivi d'un joint conique G rodé permettant de le relier au volumètre. Le gaz sortant ne doit contenir que de l'azote et de l'hydrogène dans les proportions ($N^2 : 3H^2$).

La perte de poids de l'appareil à dégagement, pesé avec un contrepoids de même verre et de même volume approximatif, donne le poids de gaz employé; son volume à 0° est donné par le volume des ballons (maintenus à 0° dans la glace), corrigé de l'espace nuisible; la pression (très voisine de 1 atmosphère) sous laquelle il se trouve est lue au manomètre M. Trois déterminations concordantes effectuées sur des poids de gaz variant de $0^g,7$ à $1^g,4$ ont donné pour poids du litre *normal* (à 0°, sous 1^{atm}, $h = 0$ et $\lambda = 45°$) les résultats suivants, toutes corrections faites pour réduction au vide des poids marqués :

$0^g,38044$; $0^g,38055$; $0^g,38046$; moyenne : $0^g,38049$.

De la discussion des causes d'erreur, travail beaucoup plus long que les déterminations elles-mêmes, nous concluons que le gaz ($N^2 + 3H^2$) ne pouvait contenir *ni gaz tonnant, ni oxygène, ni vapeur d'eau ou d'anhydride phosphorique, ni gaz* NH^3, *ni excès d'azote ou d'hydrogène sur les proportions répondant à la formule* NH^3. D'autre part, nous y avons révélé la présence d'une trace de gaz SO^2, et démontré, par voie indirecte, il est vrai, celle d'une trace de gaz SO^3. Ces deux corrections ramènent le poids ci-dessus à $L = 0^g,37989$.

Le mélange de l'azote et de l'hydrogène dans les proportions ($N^2 : 3H^2$) doit se faire avec une très faible dilatation, que nous avons évaluée par des considérations théoriques analogues à celles adoptées par M. Morley; le volume 1, avant le mélange, devient $(1 + \varepsilon)$ après; la valeur de $\varepsilon = +0,00019$, moyenne de diverses évaluations comprises entre $+0,00015$ et $+0,00028$.

Combinant avec cette donnée la valeur précédente de L et les nombres $1^g,2507$ et $0^g,08987$ [poids du litre normal d'azote et d'hydrogène [2]], on en déduit, par des formules connues, que le rapport volumétrique, à 0° et

---

[1] BRINER et METTLER, *J. Ch. phys.*, t. VI, 1908, p. 137.

[2] *Journ. de Ch. phys.*, t. V, 1907, p. 228.

sous 1^{atm}, dans lequel ces deux derniers gaz se combinent pour donner le gaz ammoniac, est (1 : **3,00172**) (1).

Le poids atomique de l'azote par rapport à l'hydrogène est alors

$$N : H = \frac{1,2507}{0,08987}\,\frac{3}{3,00172} = 13,909.$$

Rapporté à H = 1,0076 (Morley), soit à O = 16, ce nombre devient N = **14,014**. Mais la discussion des causes d'erreur et de leur influence sur le résultat démontre que les valeurs extrêmes **14,002** et **14,022** auraient pu aussi être obtenues.

La seule conclusion précise que nous puissions donc formuler, c'est que, *d'après l'analyse volumétrique du gaz* NH^3, *le poids atomique de l'azote est compris entre* **14,00** *et* **14,02**, ce qui est néanmoins une confirmation nouvelle de la valeur internationale 14,01.

Nous ajoutons que nous sommes convaincus aujourd'hui que, soit avec le gaz ammoniac, soit avec la vapeur d'eau, la méthode que nous avons suivie est trop indirecte, et comporte trop de corrections, pour donner des résultats aussi précis que des rapports gravimétriques directs. Aussi nous avons renoncé à la perfectionner davantage, et nous nous bornons à publier les résultats obtenus.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur quelques principes constitutifs du* Sclerostomum equinum. *Présence, chez ce parasite, d'un alcaloïde cristallisé éminemment hémolytique.* Note de M. **Th. Bondouy**, présentée par M. A. Gautier.

Schaumann et Tallqvist ont constaté que l'extrait de botriocéphale dissout les hématies du chien, mais n'attaque pas ceux du lapin. Tallqvist a réussi à extraire du corps de ce cestode un lipoïde hémolytique. D'autre part, Calmette et Breton ont remarqué que les extraits d'ankylostome dissolvent les hématies de l'homme, et Preti a signalé, chez ce parasite, l'existence d'une substance qui devient hémolytique une fois combinée avec la lécithine. Récemment, Weinberg a constaté que les extraits aqueux et éthéré de sclérostome, parasite de l'intestin du cheval, avaient un pouvoir hémolytique marqué sur les globules rouges du cheval, du lapin, du cobaye, du bœuf et du mouton, tandis que les hématies de l'homme sont à peine attaquées. D'après cet

(1) Par les formules théoriques basées sur la compressibilité (D. Berthelot) ou les constantes critiques (Guye) (*Journ. de Ch. phys.*, t. III, p. 349), on calcule des valeurs *a priori* un peu plus élevées.

auteur, l'extrait alcoolique de ce ver serait sans action. L'extrait aqueux obtenu avec les extrémités céphaliques serait bien plus actif que celui qu'on prépare avec le reste du corps de l'animal [1].

Rien n'ayant été fait pour séparer les principes actifs de ce ver et les définir, nous avons pensé qu'il serait intéressant de poursuivre ces recherches.

a. La pulpe de *Sclerostomum* soigneusement desséchée est complètement épuisée par l'éther froid. La solution éthérée est agitée avec un volume égal d'eau distillée dans une ampoule à décantation. La couche aqueuse est évaporée à une douce chaleur; le résidu, constitué surtout par des *savons alcalins*, possède un faible pouvoir hémolytique [2].

Une portion de la couche éthérée est brassée avec une solution faible de carbonate de soude; la liqueur aqueuse décantée est additionnée d'une solution saturée de chlorure de sodium : il se sépare à la longue un gâteau de savons sodiques; d'où présence *d'acides gras libres*.

L'autre partie de l'éther étant évaporée, abandonne une substance grasse, blanc jaunâtre, d'odeur forte, de réaction neutre, presque entièrement soluble dans l'acétone. Cette substance, qui noircit par l'acide osmique, ne renferme pas de phosphore. L'extrait éthéré ne contient donc pas de lécithine.

La présence des savons et des acides gras libres s'explique par ce fait que le parasite se nourrit du sang du cheval dont il est l'hôte [3].

Il se peut (et nous nous proposons de le rechercher) que le parasite sécrète un ferment lipasique et fabrique lui-même aux dépens des graisses de réserve une partie de ces savons hémolytiques.

L'extrait éthéré, débarrassé des savons et des acides gras libres, est aussi un peu hémolytique; mais l'hémolyse est bien moins rapide qu'avec l'extrait éthéré initial (influence des savons et des acides gras). La recherche de la cholestérine a été négative; on sait que la cholestérine a une action empêchante sur le pouvoir hémolytique des savons.

b. La pulpe de ces vers, après le traitement par l'éther, est épuisée par

---

(1) *Annales de l'Institut Pasteur*, t. XXI, n° 10, 25 octobre 1907. Travail du laboratoire du professeur Metchnikoff.

(2) Dans toutes nos expériences, nous avons employé une purée globulaire de sang de cheval diluée et lavée trois fois à l'eau physiologique. Les hémolyses ont été faites à l'étuve à 37° C.

(3) Noguchi, Iscovesco, Liebermann ont retiré du sérum sanguin des graisses neutres, des acides gras et des savons.

l'eau distillée, à 50° C. L'extrait aqueux obtenu est évaporé, dans le vide, à une température qui ne dépasse pas 50° C. Le résidu abondant est repris par de l'alcool à 95°, à la température de 40° C.

L'extrait alcoolique possède un très grand pouvoir hémolytique; cette action hémolysante n'est pas due aux sels biliaires; la réaction de Pettenkoffer a été négative. La partie de l'extrait aqueux non dissoute par l'alcool concentré chaud n'hémolyse plus; les substances essentiellement hémolysantes sont donc solubles dans l'alcool et dans l'eau.

L'extrait aqueux non dissous par l'alcool à 95° donne les réactions générales des albuminoïdes; les réactions colorées y indiquent la présence de la tyrosine et du tryptophane. Il renferme de la *mucine* et des *albumoses*.

L'extrait alcoolique est repris par de l'alcool absolu bouillant; une partie reste insoluble. Ce résidu ne renferme plus de phosphore, l'alcool absolu bouillant a enlevé toute la substance phosphorée. Ce résidu est dissous dans l'alcool dilué : la solution précipite par l'éther; ce précipité renferme des *bases xanthiques*. Mais l'éther entraîne une substance blanche, amorphe, d'odeur forte, rappelant celle de l'essence de géranium rosat, précipitant par les réactifs généraux des alcaloïdes. Il faut certainement rapprocher ce corps des ptomaïnes.

c. La partie de l'extrait soluble dans l'alcool absolu bouillant a été reprise par l'eau distillée froide. L'émulsion rougeâtre a été agitée avec du chloroforme. La liqueur chloroformique évaporée abandonne un très minime résidu phosphoré ayant un faible pouvoir hémolytique.

L'extrait aqueux a été traité à plusieurs reprises par l'éther. Par l'évaporation, les liqueurs éthérées ont laissé une substance huileuse jaune citron. Placée dans le vide sulfurique, cette huile se concrète, au bout de trois à quatre jours, en une masse cristalline hygroscopique. Au microscope, les cristaux se présentent sous forme de prismes rectangulaires allongés; ils sont constitués par une substance organique azotée, caractérisée physiologiquement par son très grand pouvoir hémolytique. Une dose inférieure à $\frac{1}{10}$ de milligramme provoque l'hémolyse en 7 à 8 minutes et l'action hémolytique n'est pas empêchée par la cholestérine. La solution aqueuse des cristaux de cette substance donne des précipités avec tous les réactifs généraux des alcaloïdes (précipités par $HgI^2.IK$; tanin; réactifs de Dragendorff, de Bouchardat; acide silicotungstique, etc.). Avec l'acide picrique, on obtient un sel double cristallisé. La base réduit à froid le chlorure d'or.

Nous nous proposons de déterminer ultérieurement la composition chimique de cet alcaloïde.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les propriétés colloïdales de l'amidon et sur sa gélification spontanée.* Note de M. E. Fouard, présentée par M. E. Roux.

Lorsqu'on isole dans sa fluidité initiale une fausse solution d'amidon partiellement déminéralisé, elle subit un changement interne, continu : en milieu neutre, acide ou alcalin, elle présente une opalescence croissante, jusqu'à la formation d'un coagulum unique, compact, d'une opacité porcelanique. La variation se poursuit dans le temps, avec une vitesse fonction de la température et de la concentration en ions H^+ et OH^- (1).

I. Une analyse de cette propriété consiste en l'examen suivant accompli à 15°, d'une fausse solution neutre, stérilisée, à $54^g,3$ d'amidon par litre : des fractions successives, prélevées à diverses époques, filtrées aseptiquement à travers des membranes d'un même collodion type, donnent chacune un filtrat dont on mesure l'extrait et le pouvoir rotatoire spécifique (α_D) groupés ci-dessous :

Durée de gélification en jours.	0	2,9	7,7	16,9	29	48,7	98	174
Extrait en gr. pour 1000...	27,44	21,65	17,72	14,80	13,48	12,25	11,43	11,04
Pouvoir rotatoire (α_D)....	188°	184°,1	182°,45	181°,3	180°,5	180°,24	178°,2	178°

La gélification se poursuit donc pendant plusieurs mois, avec une diminution progressive du taux d'amidon dissous. Ce taux c est relié au temps t par une loi simple $(c - 10,5)(t + 5,7) = 96,6$ représentant une hyperbole équilatère.

Les extraits décroissants varient en qualité : leur pouvoir rotatoire s'abaisse de 188° à 178°. En outre, tout filtrat maintenu pendant plusieurs semaines dans un tube polarimétrique indique une rotation constante.

C'est la confirmation de l'existence déjà prouvée (2), dans le liquide intergranulaire, de divers groupements, caractérisés chacun par un pouvoir rotatoire distinct, invariable. Mais, pendant la gélification, la même membrane leur livre passage suivant une sélection ordonnée; ceux qui sont arrêtés sont les plus actifs sur la lumière polarisée, puisque le pouvoir rotatoire des extraits successifs va en décroissant : ces éléments ont donc subi une condensation; dès lors, leurs groupements résultants sont retenus par la paroi, devenue, vis-à-vis de ceux-ci, semi-perméable. Enfin, cette réaction ne peut avoir lieu dans tout filtrat isolé qui en contient la matière active, puisque sa rotation

(1) Voir *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 501.

(2) Voir *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 978.

invariable y accuse un état moléculaire constant : il lui faut, pour se réaliser, le colloïde total, dans sa gélification.

Les deux faits sont donc inséparables : la réaction est un acte essentiel du procès de gélification.

II. Cette transformation est réversible : un échantillon de 360^{cm^3} de la pseudo-solution à $54^g,3$ pour 1000, dans sa fluidité maxima, est mis à 20° en filtration aseptique continue pendant huit jours ; après avoir déterminé, au début, le titre d'un filtrat de quelques heures, on a isolé toutes les 24 heures les portions successives de solution filtrée, en évaluant pour chacune d'elles l'extrait et son pouvoir rotatoire spécifique, rapportés comme suit :

Durée de la filtration en heures...	6	30	78	126
Extrait en grammes pour 1000....	27,48	29,61	32,13	35,50
Pouvoir rotatoire (α_D)...........	188°	186°,3	184°,15	184°

Pendant les premières heures, le titre du liquide filtré est constant : il définit dans le volume de 360^{cm^3} un poids total de $9^g,67$, comme substance granulaire immobilisée par le filtre. Mais celle-ci se concentre dans le résidu colloïdal ; de plus, la fausse solution initiale est gélifiable à 20°, à volume constant : de là, il faudrait prévoir une réduction progressive du débit et du taux du filtrat. C'est exactement le contraire qui se produit : le débit croît avec l'extrait. Le reste non filtré de 107^{cm^3} contient $9^g,90$ d'amidon : c'est à peu près le poids initial des granules ; cependant, le taux d'extraction y est maximum.

Les deux fractions primitives ne sont donc pas restées immuables : elles ont réagi dans le sens d'une *solubilisation* spontanée du colloïde ; le phénomène est donc bien *réversible*.

D'ailleurs l'expérience actuelle, en concentrant les granules, réalise un accroissement de taux de l'amidon total, favorable au renversement de la réaction : le sixième jour en effet, la gélification du colloïde résiduel apparaît et l'extrait de son filtrat s'abaisse alors très rapidement.

III. La relation hyperbolique établie n'est ainsi qu'une loi de différence des vitesses de deux réactions opposées. Pour connaître la nature de la transformation, il faut donc la suivre dans des conditions où l'une de ces vitesses devient très faible, et négligeable par rapport à l'autre. Le problème posé revient à étudier l'action du froid, des acides, des bases sur la gélification et sur la solubilisation du colloïde.

Ces expériences montrent que l'amidon, colloïde organique, se résout en solution parfaite par divers procédés réversibles : ce caractère est extrêmement éloigné de celui de l'insolubilité absolue du colloïde minéral, établi

par les intéressantes recherches de J. Duclaux. Or, la disparition d'un substratum insoluble ne peut être que l'œuvre d'une réaction chimique dissolvante, empruntant à l'extérieur une quantité finie d'énergie, quand elle est disponible; la solubilisation réversible du colloïde organique, par déformations insensibles, n'exige qu'une dépense infiniment petite d'énergie, toujours réalisable : elle s'harmonise mieux avec la nécessité de circulation continue de la matière organisée, perpétuellement mobile.

MINÉRALOGIE. — *Obtention de l'alumine fondue à l'état amorphe et reproduction de la coloration bleue du saphir oriental.* Note de M. **Louis Paris**, présentée par M. A. Lacroix.

Depuis longtemps, de nombreux auteurs ont reproduit l'alumine cristallisée colorée en rouge au moyen de l'oxyde de chrome et identique au rubis d'Orient, mais jusqu'à présent ils n'ont pu réussir à fixer dans l'alumine fondue la coloration bleue du saphir.

Lorsqu'on fond au chalumeau oxhydrique de l'alumine ou du rubis naturel, par petites masses ajoutées peu à peu afin d'obtenir un produit transparent, la matière cristallise immédiatement, l'épaisseur de la nappe superficielle en fusion n'excédant jamais plus de quelques dixièmes de millimètre; on peut s'en rendre compte en touchant, avec un fil de platine épais, la boule formée. Si l'on saupoudre alors cette nappe liquide d'oxyde de chrome, on peut constater que la coloration rouge produite se diffuse non seulement dans la couche en fusion, mais encore dans la plus grande partie de l'alumine déjà solidifiée. Lorsque le globule fondu est suffisamment petit, la diffusion s'étend à toute la masse.

Si l'oxyde de chrome possède pour l'alumine une affinité colorante, telle qu'il pénètre profondément une masse déjà cristallisée, on observe un phénomène tout différent avec les oxydes capables de fournir une coloration bleue (cobalt, fer, etc.). Ils se montrent, en effet, insolubles dans l'alumine cristallisée et, loin de se diffuser, surnagent à la surface de la couche fondue, sans se mélanger avec elle et sans la colorer [1].

[1] Dans une expérience faite autrefois en collaboration avec M. Duvau, une pierre bleue d'une teinte particulièrement belle a été obtenue avec l'oxyde de fer comme colorant; cette expérience n'a pu être réussie qu'une seule fois. Il est probable que la fixation de l'oxyde colorant a été réalisée, comme nous le verrons plus loin, grâce à la présence d'une petite quantité d'impuretés, et que l'échantillon obtenu n'était pas cristallisé; nous n'avons pas eu alors l'idée de l'étudier à ce point de vue.

D'ordinaire, après refroidissement, on a un échantillon incolore, recouvert d'une croûte épaisse d'un bleu noirâtre très foncé, formée par l'oxyde de fer ou de cobalt employé. Il semble donc que l'alumine chimiquement pure, ne contenant pas trace de matières étrangères, ne puisse dissoudre aucun colorant autre que le chrome, parmi les corps dont il est question plus haut; parmi les autres oxydes, le nickel jouit aussi de la même propriété et colore l'alumine en jaune verdâtre.

Si, au lieu d'employer de l'alumine chimiquement pure, on introduit quelques centièmes d'un oxyde étranger (la chaux, par exemple), tout change, et le cobalt, ainsi qu'un certain nombre de colorants, parmi lesquels le chrome dans certaines conditions, donne une coloration bleue. Mais l'étude des propriétés optiques montre que dans ces échantillons l'alumine, au lieu d'être cristallisée comme dans le cas de l'alumine pure ou colorée en rouge, est amorphe.

L'introduction d'une petite quantité de matière étrangère permet donc d'obtenir ainsi l'alumine fondue, non cristallisée, qui ne paraît pas avoir été décrite jusqu'ici. Seule la croûte terminale des boules obtenues présente une structure cristallitique.

Il est facile de comprendre ce qui se passe lors de la fusion de l'alumine chimiquement pure avec l'oxyde de cobalt. Le cristal de corindon, en se formant, élimine peu à peu le colorant qui se retrouve en totalité à la fin de l'opération dans la croûte qui entoure la boule. Dans le cas de l'alumine fondue, non cristallisée, que j'ai obtenue, le cobalt qui présente une grande affinité colorante pour l'alumine amorphe (réaction analytique) se dissout très bien et des traces donnent une coloration intense.

La densité de l'alumine fondue amorphe est de 3,48, son indice de réfraction d'environ 1,67 et sa dureté légèrement inférieure à celle du corindon. L'écart constaté entre ces valeurs et celles fournies par le saphir naturel est évidemment dû à la différence d'état physique : il est de l'ordre des différences que l'on observe entre les constantes physiques du quartz et celles de la silice fondue. Notons en effet que la quantité d'impuretés introduite dans ces expériences est d'environ 2 pour 100 et peut être plus faible [1]. On peut provoquer la cristallisation de l'alumine fondue par un long recuit à haute température.

Je mets sous les yeux de l'Académie des échantillons bruts et taillés d'alumine fondue amorphe, colorée en bleu par divers oxydes [2]. Leur colora-

[1] Le produit que j'ai obtenu est par suite très différent des pierres bleues, ayant la composition d'un spinelle, qui sont fabriquées couramment depuis quelque temps.

[2] Tous les échantillons présentés à l'Académie ont été offerts à la galerie de Minéralogie du Muséum d'Histoire naturelle.

tion, d'un bleu profond et velouté, rappelle à tel point la coloration des saphirs naturels, que des experts joaillers, n'appréciant que les propriétés extérieures, ont été incapables d'en séparer un saphir naturel qui y avait été mêlé. Il est d'ailleurs extrêmement difficile d'obtenir des pierres présentant ainsi les qualités de couleur, de transparence et d'éclat qui sont réalisées ici. Si l'on n'apporte pas des soins particuliers dans la préparation de la matière première, si la pression et la température nécessaires ne sont pas exactement réalisées au cours de la fusion, l'échantillon obtenu a une tendance regrettable à se subdiviser en une multitude de fragments qui lui enlèvent la plus grande partie de sa transparence et la totalité de sa valeur marchande. Les pierres que l'on peut obtenir atteignent facilement 20 carats en 3 heures et peuvent être beaucoup plus grosses suivant la patience et l'habileté de l'opérateur.

A côté de ces pierres, l'Académie peut voir des échantillons bruts de corindon jaune pur (topaze orientale) obtenus sans nickel et des pierres taillées dans une masse vitreuse, préparée par fusion des éléments de la cordiérite, connue en joaillerie sous le nom de *saphir d'eau de Ceylan*. Sans avoir la valeur du saphir oriental, ces pierres possèdent néanmoins des qualités de dureté, de couleur, de feu et de poli (densité $= 2,65$; $n = 1,557$), qui leur permettent de rivaliser avec les saphirs de Ceylan naturels.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Effets comparés de l'aliment amidé sur le développement de la plante adulte, de la graine et de l'embryon libre.* Note de M. **J. Lefèvre**, présentée par M. G. Bonnier.

J'ai déjà montré [1] que les plantes vertes qui ont atteint une vigueur suffisante sont capables de se développer à la lumière, sans le secours du gaz carbonique atmosphérique, dans un sol minéralisé et amidé à 0,5 pour 100 (tyrosine, leucine, oxamide, alanine, glycocolle). Mais ce rôle nutritif du mélange amidé est-il général? Aliments de la plante adulte, les amides sont-elles aussi des aliments de la plantule en germination et de l'embryon? Il est nécessaire de le savoir.

Dans ce but, utilisant des techniques classiques, j'ai réalisé des cultures pures de graines et d'embryons libres en milieu amidé.

---

(1) J. Lefèvre, *Comptes rendus*, 17 juillet 1905 et 1905, passim; *Revue générale de Botanique*, 1906.

Voici les deux groupes de recherches entreprises :

1° *Culture des graines de* Zea Mays *en solution amidée.* — Dans deux ballons A et B, stérilisés à l'autoclave avec leurs solutions (¹), on prépare, sur coton hydrophile, des cultures pures de maïs, en mettant les graines entières aseptisées selon le principe de J. Laurent (²) par un séjour de 1 heure 30 minutes dans le sublimé à 2 pour 1000. A et B sont minéralisés suivant la formule Knop, mais A est amidé à 0,5 pour 100, tandis que B ne l'est pas. L'ensemencement ayant été fait avec les précautions convenables de stérilisation (flambage des pinces, des bouchons d'ouate, du col des ballons), et les graines ayant germé jusqu'à la production de belles plantules, les ballons sont mis sous cloche, à la lumière diffuse, en présence de la baryte. La diffusion des gaz se faisant à travers le bouchon ouaté, l'analyse de la cloche A montre qu'il n'y a *pas d'assimilation chlorophyllienne* et que les plantules, en se développant, absorbent rapidement l'oxygène de la cloche. Au bout de 3 semaines de développement (10 jours de séjour sous cloche), les solutions sont aussi limpides qu'au premier jour et sans trace de mycélium, et l'on constate que le ballon A est rempli par une forte végétation très verte, contenant cinq plantes de 20^{cm} à 25^{cm}.

Ces plantes étant extraites du ballon et mises à l'étuve avec leurs graines, on constate qu'elles ont augmenté leur poids sec [depuis 1^g jusqu'à $1^g,350$ (³)]. Au contraire, le témoin B n'a pas augmenté.

La solution amidée à 0,5 pour 100 permet donc la germination de la graine et favorise même le développement de la plantule.

2° *Culture de l'embryon libre de* Pinus Pinea. — Notre technique est imitée de celle de Lubimenko (⁴). Trois ballons A, B, C reçoivent chacun 100^{cm^3} de solution nutritive et la quantité suffisante d'ouate hydrophile pour que les embryons soient mouillés sans être immergés.

A, premier témoin, contient seulement une solution minérale Knop;

B, second témoin, contient en outre 9 pour 100 de saccharose;

C, ballon d'épreuve, avec la solution minérale, renferme $0^g,5$ de notre solution amidée.

Le premier témoin A, privé d'aliment organique, ne donnera lieu à aucun développement des embryons, tandis que le second témoin B pourra (d'après Lubimenko) être pris pour type d'un beau développement de plantules.

Pour réaliser des cultures pures, les ballons avec leurs solutions ont été d'abord stérilisés à 120°; puis on dégage aseptiquement les embryons, avec un scalpel flambé,

---

(¹) Cette stérilisation donne l'assurance que l'aliment amidé ne fermente pas.

(²) J. Laurent, *Revue générale de Botanique*, 1904.

(³) A vrai dire, l'augmentation n'est que de $0^g,200$, mais il y a $0^g,150$ de perte par la respiration.

(⁴) Lubimenko, *Comptes rendus*, octobre 1906.

les mains ayant été lavées dans le sublimé à 2 pour 1000 et essuyées dans les plis d'une serviette repassée au fer très chaud.

Chaque ballon est ensemencé en prenant les précautions usitées en bactériologie. La technique employée n'a jamais donné d'insuccès. Au bout de 2 mois, les solutions sont aussi limpides qu'au début et sans mycélium.

Les trois ballons ensemencés sont mis à la lumière diffuse sous capuchon de papier blanc. Dès le premier jour, les embryons ouvrent leurs cotylédons et verdissent au troisième jour. Mais, vers la fin de la première semaine, A et C cessent de croître et de verdir, tandis que le second témoin B prend, comme on s'y attendait d'après Lubimenko, une belle couleur verte et un fort développement.

La conclusion de ces études s'impose :

Contrairement aux solutions sucrées (saccharose, glucose), *la solution amidée à* 0,5 *pour* 100 *est incapable de nourrir l'embryon libre, tandis qu'elle alimente la plante adulte et favorise encore le développement de la graine, même en inanition de gaz carbonique.*

ZOOLOGIE. — *Sur la présence de* Planaria alpina *Dana en Auvergne.* Note de **M. C. Bruyant**, présentée par M. E. Perrier.

Les sources qui viennent au jour sur les flancs de nos montagnes d'Auvergne montrent une gamme de température qui s'étend de 11° jusqu'à 4° et même 3°. Les très nombreuses observations que nous avons faites à ce sujet aux différentes époques de l'année donnent les moyennes suivantes pour les zones altitudinaires échelonnées de 300m en 300m :

Zone supérieure à 1600m	3° à 4°
Zone comprise entre 1600m et 1300m	5°,6
» 1300m et 1000m	7°,9
» 1000m et 700m	8°,1
» 700m et 400m	10°
Zone inférieure à 400m	11°

Cette échelle des températures s'applique ainsi à l'ensemble des sources qui émergent depuis le niveau de la grande plaine de la Limagne jusqu'au voisinage des sommets alpins, groupés autour du Sancy, dans le massif du Mont-Dore.

Ces sources constituent un milieu cosmique remarquable par la constance de la température et qui n'a d'analogue, à ce point de vue, que la région profonde des lacs, bien différente d'ailleurs par les autres conditions biologiques.

Dans un travail antérieur, nous avons établi une première liste d'espèces qui sont les habitants ordinaires de sources de notre région montagneuse et dont la plus carac-

téristique est *Polycelis cornuta* O. Schmidt. Cette Planaire se rencontre, en effet, dans toutes les sources de cette région et nos observations ont confirmé, en tous points, les déductions de W. Voigt au sujet de l'immigration de l'espèce après le retrait des glaciers.

Nos dernières recherches ont porté plus spécialement sur les sources de la zone alpine. Parmi ces dernières, les plus connues sont celles de la Dore, qui, au nombre d'une vingtaine, jaillissent sur le versant nord du *volcan* du Sancy, à une altitude comprise entre 1600m et 1800m, et dont les températures sont comprises entre 3° et 5°,8.

Dans toutes les sources où la température se maintient au-dessous ou au voisinage de 4°, les Planaires sont représentées par une espèce unique : *Planaria alpina* Dana (sources 1, 2, 3, 9, 10, 15, 16) [1].

Dans les sources dont la température est de 4° à 6°, nous observons soit *Planaria alpina* Dana (source 5), soit *Polycelis cornuta* O. Schmidt (source de la Dogne), soit les deux espèces mélangées à des degrés divers (sources de la Couze-Pavin). Cette répartition tient, d'une part, aux conditions particulières inhérentes à chaque source et, d'autre part, à la concurrence qui s'établit entre les deux espèces.

Enfin nous n'avons pas encore eu l'occasion d'observer *Planaria alpina* Dana dans les sources au-dessus de 6°.

Planaria alpina Dana est ainsi une espèce étroitement *sténotherme-glaciale*, comme l'a déjà fait remarquer Zschokke. La présence de cette espèce dans nos sources supérieures tend à préciser le caractère alpin de leur faune. Enfin certaines particularités dans la distribution géographique nous permettent de contrôler les faits mis en lumière par Voigt en ce qui concerne l'extension aux dépens de l'espèce précédente nettement glaciaire de *Polycelis cornuta* O. Schmidt, immigrée postérieurement.

ZOOLOGIE. — *Sur les* Plumulariidæ *de la collection du* Challenger. Note [2] de M. **Armand Billard**, présentée par M. E. Perrier.

La description d'Allman [3] du *Schizotricha unifurcata* Allm. est très incomplète.

---

(1) La Carte de cette région avec l'indication des sources correspondant à ces numéros sera publiée dans les *Annales de la Station limnologique, de Besse*.

(2) Voir *Comptes rendus* du 26 octobre 1908, p. 758.

(3) *Rep. scient. Results « Challenger »*, t. VII, 1883.

D'abord il existe une hydrothèque caulinaire avec deux dactylothèques latérales à l'aisselle des hydroclades. Allman ne les figure ni ne les signale. L'hydroclade primaire porte un hydroclade secondaire et celui-ci un hydroclade tertiaire; ces hydroclades de divers ordres débutent toujours par un article basal muni d'une à deux dactylothèques; la partie proximale du premier article hydrothécal montre deux à trois dactylothèques médianes; les dactylothèques de ces articles ne sont ni signalées ni figurées par Allman, qui nie à tort aussi l'existence des dactylothèques latérales de l'hydrothèque placée dans l'angle de la bifurcation. Les dactylothèques latérales naissent au niveau du bord de l'hydrothèque et non au milieu. Enfin, dernier détail inédit, les articles proximaux des hydroclades de divers ordres montrent deux dactylothèques médianes inférieures.

Le *Schizotricha multifurcata* Allm. diffère peu de l'espèce précédente, si ce n'est par la ramification plus grande des hydroclades.

On peut, en effet, compter jusqu'à sept hydroclades naissant les uns des autres; les hydrothèques caulinaires existent; l'article basal de l'hydroclade primaire compte deux dactylothèques insérées au même niveau ([1]); la partie basale du premier article hydrothécal des hydroclades de divers ordres porte deux dactylothèques proximales insérées au même niveau et une médiane au-dessous de l'hydrothèque située dans l'angle de la bifurcation; cette hydrothèque ne fait pas exception à la règle, contrairement à ce que dit Allman, elle est munie de deux dactylothèques latérales; l'apophyse par laquelle débutent les hydroclades porte aussi une dactylothèque. Sur les autres articles de l'hydroclade, on peut, dans certains cas, observer au-dessous de l'hydrothèque une paire de dactylothèques, ainsi que le dit Allman, mais très souvent il existe deux dactylothèques médianes, et dans la partie distale une seule persiste comme chez le *S. unifurcata*.

Le *Polyplumaria pumila* Allm. est bien identique au *P. flabellata* Sars, comme l'avait déjà signalé Bedot ([2]); les gonothèques ne naissent pas des rameaux, comme le figure Allman, mais de la base des hydroclades, et de plus leur partie proximale est munie de dactylothèques.

Pour l'*Heteroplon pluma*, le dessin d'Allman, relatif à la dactylothèque médiane, n'est pas tout à fait exact.

Elle est plus courte et plus trapue, sa chambre distale creusée en gouttière s'étend jusqu'à la face ventrale de l'hydroclade; l'hydrocaule est divisée en articles typiquement semblables à ceux de l'hydroclade, et les deux articles intermédiaires figurés par Allman sont accidentels et dus à une rupture suivie de réparation. Il en est de même de la base de l'hydroclade qui, normalement, offre un article basal très court suivi d'un plus long.

([1]) J'ai cependant trouvé deux dactylothèques médianes, mais rarement.

([2]) *Résult. camp. scient. Prince de Monaco*, fasc. XVIII, 1900, p. 31.

L'*Acanthocladium Huxleyi* Busk, de la collection du *Challenger*, est bien la même espèce que le *Thecocarpus angulosus* (Lamarck), ce que j'ai antérieurement indiqué ([1]). Les critiques de Bale ([2]) relatives à l'hydrothèque sont parfaitement justifiées, car celle-ci est bien largement ouverte en arrière et son bord est moins crénelé que ne le figure Allman. Les côtes de la corbule sont semblables à celles de l'espèce type de Lamarck.

L'*Aglaophenia Macgillivrayi* Busk doit entrer en synonymie, c'est la même espèce que l'*A. cupressina* Lamx; comme je l'ai figuré ([3]) le bord de l'hydrothèque est légèrement sinueux. Dans la figure d'Allman représentant la corbule on voit chaque côte porter à l'extrémité distale ce qu'il appelle un *large nématophore* en forme de coupe; mais cette particularité n'est pas exacte et l'auteur a été trompé par une apparence: ce qu'on aperçoit ainsi est la cavité allongée des dactylothèques ventrales.

J'ai pu me convaincre par l'examen des préparations que l'*A. filicula* Allm. est bien identique à l'*A. tubulifera*, comme je l'ai établi précédemment ([4]).

Le bord de l'hydrothèque du *Lytocarpus racemiferus* Allm. présente trois dents de chaque côté et une médiane: le repli intrathécal est oblique vers le haut et non vers le bas; enfin la dactylothèque médiane est creusée en gouttière et ne possède pas par conséquent deux orifices; le dessin du gonosome est exact sauf qu'il existe une hydrothèque à la base de chaque phylactocarpe.

Le *L. secundus* Kchp. de la collection du *Challenger* est identique au *Sertularia pennaria* Linné type, dont le British Museum possède une préparation. Le *L. spectabilis* Allm. est sans nul doute, après examen des échantillons, identique au *L. phœniceus*, conclusion à laquelle était déjà arrivé Bale.

Pour le *Diplocheilus mirabilis* Allm., Bale ([5]) a rectifié avec raison ce qu'il y avait d'erroné dans l'observation d'une duplicature de la paroi de l'hydrothèque comme avait cru le voir Allman et il a donné de cette espèce une bonne figure.

Sur le *Cladocarpus pectiniferus* Allm. j'ajouterai seulement que le nombre des épaississements de l'hydroclade, situés le long de l'hydrothèque en arrière, peut varier

---

([1]) *Ann. Sc. nat.*, 9e série, t. V, 1907, p. 326.

([2]) *Trans. roy. Soc. Victoria*, t. XXIII, 1886, p. 26.

([3]) *Loc. cit.*

([4]) *Exp. scient. « Travailleur »*, etc., t. VIII, 1906, p. 232.

([5]) *Proc. Roy. Soc. Victoria*, n. s., t. VI, 1893, p. 112.

de 9 à 12; qu'en outre il en existe un faible à la partie distale de l'article et deux à trois au-dessous de l'hydrothèque. Les hydrothèques médianes et latérales possèdent deux orifices : un basal et un terminal. Chez le *C. formosus* le bord des dactylothèques médianes et latérales est finement denticulé et, contrairement à ce que dit Allman, la dactylothèque médiane de l'article qui porte le phylactocarpe coexiste avec celui-ci.

Le nom d'*Halicornaria plumosa* étant déjà employé, Marktanner a donné à cette espèce celui d'*H. Allmani*; cet auteur n'a pas vu l'orifice basal et la dactylothèque médiane qui existe cependant dans l'espèce type. Les deux dactylothèques axillaires (ventrale et dorsale) sont présentes à la base des hydroclades ainsi que le mamelon basal percé d'un orifice.

Quant à l'*Azygoplon rostratum* Allm. il a été identifié avec l'*Halicornopsis avicularis* (Kchp.) et moi-même j'ai montré que cette espèce se confondait avec le *Plumularia elegans* de Lamarck et je lui ai conservé le nom générique d'*Halicornopsis*.

ZOOLOGIE. — *Un nouveau parasite de la Pyrale de la vigne.* Note de M. **Henri Sicard**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Nos recherches sur les Tachinaires parasites des ampélophages nous ont amené à découvrir un Diptère de la famille des *Muscidæ* dont la larve anéantit, dans des proportions énormes, les chrysalides de la Pyrale de la vigne (*Œnophtira pilleriana* Duponchel). Ce nouveau parasite de la Pyrale est une Tachinaire (¹), *Parerynnia* (*Erynnia*) *vibrissata* Rond., et cette mouche bienfaisante s'est montrée cette année en si grand nombre aux environs de Montpellier qu'elle a détruit 60 pour 100 des Pyrales de la vigne.

Bien que nous nous soyons aperçu un peu tard de l'importance de cette attaque, et malgré la saison avancée, nous avons été assez heureux pour saisir les principales phases du développement de cette Muscide.

Fin juin, lorsque, après leur dernière mue, les chenilles d'*Œnophtira pilleriana* approchent de leur métamorphose, on trouve à la dissection un petit ver blanc hyalin dont la taille ne dépasse pas 3^{mm}. C'est la jeune larve de *Parerynnia* qui vit à l'état libre dans la cavité générale des Pyrales (²).

(¹) C'est à l'obligeance du Professeur Stein que nous devons la détermination exacte de cette Tachinaire.

(²) Déjà en 1905 nous avions obtenu quelques images de cette mouche, et M. Valéry Mayet nous dit qu'il a soumis au Dr Villeneuve un individu de ce même diptère trouvé l'an dernier dans ses élevages de Pyrales.

Malgré la présence de ce parasite, l'hôte termine sa croissance et entre en nymphose sans qu'aucun signe extérieur révèle la présence de la larve de Tachinaire. Au début, les chrysalides infestées comme les saines conservent les mouvements abdominaux caractéristiques de leur vitalité.

Le parasite, après être resté quelque temps libre au sein de la bouillie histolytique de la nymphe, ne tardera pas à se fixer. Sa taille s'est augmentée d'un tiers et par suite ses besoins respiratoires se sont accrus dans les mêmes proportions. Il semble que les échanges gazeux à travers la paroi plus fortement chitinisée de la chrysalide ne suffisent pas aux exigences nouvelles du parasite. La larve de Tachinaire va puiser directement l'oxygène de l'atmosphère en ouvrant un orifice sur l'extérieur.

C'est à l'aide de ses stigmates postérieurs, durcis par une forte chitinisation, que la larve parasite perce la partie céphalique de la chrysalide en un point déterminé, situé vers l'épistome, entre les yeux et la partie basilaire des palpes labiaux. Cette position est constante et détermine l'abolition des mouvements de l'hôte, sans doute par suite de la destruction traumatique des ganglions nerveux de la région frontale. On aperçoit, à l'endroit où les tubes stigmatiques viennent affleurer, une tache auréolaire de couleur plus sombre. Le plus souvent cette teinte noirâtre s'accentue et envahit progressivement toute la peau nymphale de la Pyrale. La nuance brun clair conservée par les chrysalides saines permet alors de les distinguer de celles qui sont attaquées.

La larve de Tachinaire ainsi fixée va absorber tous les tissus de l'hôte enfermés dans la région céphalothoracique. Arrivée au terme de sa croissance, cette larve de *Parerynnia* occupe complètement toute la partie antérieure de la chrysalide et provoque quelquefois, par ses mouvements, l'éclatement de la peau nymphale de son hôte. Avant de se métamorphoser, le parasite se détache et se retourne. Quant à la partie abdominale de la chrysalide non consommée, elle se dessèchera. Une fois retourné, le parasite fait saillir au dehors ses stigmates postérieurs, qui divergeront en branches de V, comme deux petits cornicules, sur la face médioventrale de la chrysalide, dans la partie molle intermédiaire à deux segments, au point où les tarses postérieurs repliés sur le métasternum se trouvent en contact avec les premiers segments ventraux de l'abdomen.

La nymphose de *Parerynnia* a lieu sous l'enveloppe de son hôte et, au bout d'une semaine, la mouche sort par les procédés habituels, soulevant en même temps l'opercule de son tonnelet et l'enveloppe céphalique de la chrysalide. L'éclosion des insectes parfaits commence dès le début de juillet pour se terminer dans la deuxième quinzaine du mois.

Nous n'avons pas pu suivre l'évolution ultérieure de cette Tachinaire; les mouches s'envolent et il nous a été impossible de savoir où les femelles vont déposer leurs œufs et comment 11 mois plus tard les jeunes larves se retrouvent dans le corps des chenilles adultes. Autant de problèmes que la suite de nos recherches nous permettra peut-être de résoudre.

Avec *Tachina hortorum* Meigen (?) signalé depuis 75 ans par Audouin, nous aurions donc deux Tachinaires parasites des Pyrales.

L'action utile de *Parerynnia vibrissata* est en partie entravée par l'attaque de deux Chalcidides. L'un appartient au genre *Pteromalus* (1). Le second n'est autre que *Chalcis sminuta* Linné, signalé jusqu'ici par tous les auteurs comme parasite des Pyrales. Nous avons observé de la façon la plus précise que cet Hyménoptère s'attaque uniquement aux larves de *Parerynnia vibrissata*. Il se transforme à l'intérieur de la pupe du Diptère et paraît sortir de la chrysalide du Lépidoptère. Loin de nous être utile, ce Chalcidien vit au contraire aux dépens de notre allié.

ZOOLOGIE. — *L'étendue des changements possibles de couleur de* Hippolyte varians *Leach*. Note de M. **Romuald Minkiewicz**, présentée par M. Yves Delage.

Ce qui suit n'est qu'une faible partie des résultats obtenus au cours de mes expériences sur le *synchromatisme* de *Hippolyte* que j'ai faites à Roscoff en 1906-1907. Pour le reste, je dois renvoyer à mon travail d'ensemble.

Toutes nos connaissances à ce sujet se bornaient jusqu'à maintenant aux belles expériences des Keeble et Gamble et à celles de Kornell, dans lesquelles les auteurs anglais arrivèrent à intervertir les couleurs *verte, rouge* et *brune* des *Hippolyte* sur des algues de couleur correspondante.

Cependant, la question étant d'une importance capitale, il faudrait élargir son champ d'expériences et les effectuer dans de meilleures conditions. Dans mes recherches, je me suis servi de petits aquariums en verre transparent, dont je couvrais le fond et les parois (jusqu'à une certaine hauteur) avec du papier fort de couleur voulue et que je soumettais ensuite à un éclairage uniforme au moyen de la lumière diffuse.

J'ai obtenu ainsi de nombreuses *Hippolyte* des couleurs suivantes :

A. *Couleurs simples*, c'est-à-dire où les pigments correspondants sont seuls dilatés : 1° *rouges* (foncés et clairs), 2° *jaunes* (foncés, clairs et blanchâtres), 3° *bleus* et bleuâtres (transparents).

B. *Couleurs mélangées* : 4° *oranges* (pigment jaune et pigment rouge), 5° *citron* et *olive* (pigment jaune et pigment bleu), 6° *violets* (foncés, écarlates et lilas, pigment rouge et pigment bleu), sans compter les couleurs habituelles, *bruns*, brunâtres de toutes nuances (pigment rouge, pigment jaune, pigment bleu) et *verts* plus ou moins foncés.

(1) Nos exemplaires de Chalcidides ont été soumis à M. de Gaulle, qui a bien voulu, avec sa complaisance habituelle, confirmer l'exactitude de notre détermination.

Ainsi, j'ai obtenu toutes les couleurs fondamentales du spectre avec de nombreuses nuances, toujours sur le fond de couleur correspondante.

Ce qui est frappant dans les résultats ci-dessus, ce sont les *couleurs vives, jaune, bleue et violette*, qu'on ne rencontre pas dans le milieu naturel des *Hippolyte varians* habitant les herbiers et les algues. Il résulterait de ce fait que l'étendue de la *plasticité synchromatique* des chromatophores des *Hippolyte* n'est point due à la sélection naturelle, mais qu'elle est plutôt d'*ordre primaire* et dépend directement de facteurs chromatiques externes.

Un autre fait qui saute aux yeux, c'est que le *fond bleu* et le *fond blanc ont la même influence*, c'est-à-dire qu'ils provoquent tous les deux la contraction totale des pigments figurés et, par conséquent, la *coloration bleue* de l'animal.

Les changements de couleur se produisent non seulement chez les *Hippolyte* jeunes, mais aussi chez les adultes, même chez ceux de grande taille (jusqu'à 20^{mm}).

Toute variété chromatique des *Hippolyte* (soit naturelle, soit expérimentalement obtenue) peut être changée en n'importe quelle autre.

TOPOGRAPHIE. — *Façonnement des versants.* Note de M. P. Berthon, présentée par M. H. Douvillé.

Au cours d'une série de levers au $\frac{1}{10000}$ et en courbes filées (à l'équidistance de 5^m, en général, et à équidistance moindre, quand il était nécessaire, pour bien définir le terrain) exécutés, en 1898, sur le plateau calcaire de Crespières (banlieue sud-ouest de Paris), la plaine argilo-sableuse, entre Neauphle-le-Château et Montfort-l'Amaury, et la vallée gréseuse de l'Yvette, j'ai pu constater que le sol présente l'aspect, plus ou moins visible à l'œil nu, mais sensible aux procédés de la Topométrie, d'une juxtaposition, en mosaïque, d'innombrables petites cuvettes, comme pourraient en donner une idée, en réduction, le *martelé* des pièces de chaudronnerie et, mieux encore, la *taille* en coups de gouge, serrés et peu profonds, des ébauches de sculpture sur bois.

Au Pérou, où pendant plus de 5 ans j'ai eu l'occasion d'étudier une côte à peu près privée de pluies, j'ai vérifié, au moyen de sondages à la main, avec une tige d'acier, que sous la surface ameublie du sol et non déblayée, par défaut d'eau courante, les parties dures des roches formaient un ensemble de semblables cuvettes, remplies par des matériaux désagrégés.

Je crois donc pouvoir conclure que l'humidité atmosphérique, et surtout l'eau stagnante qui demeure quelque temps après chaque pluie à la surface du sol, jointe aux autres agents de l'ameublissement des roches, sculpte le terrain en cuvettes. Ces accidents topographiques peuvent être conservés sous leur couverture de matériaux désagrégés, dans les régions à climat désertique, tandis que dans les contrées tempérées ils sont déblayés par les eaux courantes.

Il est incontestable que ces dernières contribuent au relief topographique par transport des éléments entraînés, frottement sur les pentes et sapement des berges des cours d'eau, mais l'eau stagnante n'en apparaît pas moins comme une cause initiale et importante du façonnement des versants.

On peut s'en rendre compte par l'examen d'une surface unie, une grande route récemment empierrée, par exemple : on voit subsister, après la pluie, quelques flaques d'eau ayant tendance à s'agrandir et à se creuser, par la désagrégation des bords, l'infiltration et l'ameublissement dans les fonds; les contours de ces flaques s'élargissent avec les pluies successives, se touchent, se captent, et forment alors une cuvette composée, à fond bossué.

La juxtaposition et la capture des cuvettes composées, les unes par les autres, produisent les inégalités superficielles des versants. A la rencontre de ceux-ci, et suivant la disposition agglomérée ou en cordons de cuvettes, se constituent des mares, étangs, lacs en chapelets, bassins fermés, ravinements et vallées sèches à thalwegs ondulés.

Et, même si un cours d'eau apporte un puissant élément de creusement à la vallée, les flancs de celle-ci n'en conservent pas moins les traces du façonnement en cuvettes. Ainsi se trouvent expliquées les sinuosités des courbes de niveau dans les levers topométriques effectués avec soin.

PALÉOBOTANIQUE. — *Sur les stipes de* Clepsydropsis.

Note de M. **Paul Bertrand**, transmise par M. R. Zeiller.

Les plus anciennes Fougères dont la structure nous ait été conservée sont les *Clepsydropsis* du Culm inférieur. Elles n'étaient connues que par les rachis primaires de leurs frondes, décrits par Unger en 1856. Au cours de nos recherches sur les Zygoptéridées, nous avons découvert leurs rachis secondaires. Plus récemment, en nous aidant de la structure si particulière des traces foliaires de *Clepsydropsis*, nous avons pu reconnaître les stipes qui leur appartiennent.

Ces stipes sont les fossiles nommés par Unger : *Syncardia pusilla*, *Hierogramma mysticum*, *Arctopodium insigne*, *A. radiatum*, *Cladoxylon mirabile*, *C. dubium*, *C. centrale*, *Schizoxylon tæniatum*.

Les noms de ces objets rappellent qu'ils ont été autant d'énigmes pour le célèbre paléobotaniste. Unger regardait les deux premiers genres comme des pétioles de Fougères et les autres comme des stipes de Lycopodiacées.

En 1881, dans sa description de l'*Asteropteris noveboracensis* du *Portage group* (*Upper Erian*), J. W. Dawson montre que ce fossile est un stipe de Zygoptéridée, puis il ajoute : « *The central axis alone has a curious resemblance to the peculiar stem described by Unger under the name of* Cladoxylon mirabile *and it is just possible that the latter stem may be the axis of some allied plant.* » Dans la même séance de la Société géologique de Londres où Dawson présentait son travail, Carruthers s'éleva contre les affinités indiquées par le savant canadien et maintint que les *Asteropteris* et les *Cladoxylon* étaient des Lycopodiacées.

En reprenant l'étude des échantillons d'Unger, M. le comte de Solms-Laubach (1896) releva de grandes ressemblances entre les cinq genres cités plus haut. Il admit que les gros exemplaires de *Cladoxylon* et de *Schizoxylon* étaient des stipes de Fougères, qu'*Arctopodium radiatum* représentait un état grêle des mêmes stipes, enfin que *Syncardia*, *Hierogramma* et *A. insigne* étaient des frondes issues de ces stipes. M. de Solms remarqua en outre que les Cladoxylées offraient les plus grandes analogies avec le *Völkelia refracta* Gœppert *sp.*, du Calcaire carbonifère de Falkenberg, avec le *Medullosa* (*Steloxylon*) *Ludwigii* Stenzel, de la steppe des Kirghiz, et avec les vraies Médullosées.

Dans son *Lehrbuch* (1897), M. Potonié range les Cladoxylées dans son groupe des Cycadofilicinées, c'est-à-dire dans un ensemble de plantes de *position systématique indéterminée*, offrant des caractères de Fougères, mais se rapprochant des Cycadées et des Conifères par d'autres caractères, notamment par l'accroissement secondaire de leur bois.

Les cinq genres d'Unger sont tous des stipes de *Clepsydropsis*. Il semblent se rapporter à deux espèces, mais la variabilité du nombre des masses ligneuses et la mauvaise conservation des tissus superficiels rendent la spécification extrêmement difficile : *Syncardia* est un stipe grêle avec quatre à six masses ligneuses sans bois secondaire, alors que *Cladoxylon mirabile* et *Schizoxylon tæniatum*, qui appartiennent à la même espèce, possèdent de nombreuses masses ligneuses revêtues de bois secondaire. *Arctopodium* et *Hierogramma* sont des états intermédiaires entre *Syncardia* et *Cladoxylon*.

Dans tous ces stipes, le bois primaire est formé de lames rayonnantes, libres ou irrégulièrement confluentes. L'extrémité de chaque lame, sur la section transversale, est percée d'une boutonnière; c'est sur le pourtour de cette boutonnière et dans son intérieur que se trouvent les éléments de protoxylème. Ces boutonnières donnent naissance par étranglement à des

anneaux ligneux, qui s'échappent vers l'extérieur et qui sont probablement disposés en verticilles. La partie intérieure de chaque lame rayonnante agit comme pièce réparatrice simple.

Dans les gros stipes les lames ligneuses rayonnantes sont fragmentées en plusieurs massifs intérieurs; elles sont tapissées sur tout leur pourtour par une assise de bois secondaire très développée. On peut retrouver ce bois secondaire autour des anneaux ligneux sortants. Il semble bien que ce bois secondaire n'est pas le fait d'un simple alignement d'éléments grêles, comme dans l'exemple du stipe d'*Helminthostachys zeylanica*. Les stipes de *Clepsydropsis* à l'état de *Syncardia*, *Hierogramma* ou *Arctopodium* n'ont pas encore de bois secondaire.

D'autre part, la trace foliaire des rachis primaires de *Clepsydropsis* possède une seule masse ligneuse *en clepsydre*, c'est-à-dire une masse ovale, légèrement amincie en son milieu, terminée par deux boucles latérales allongées radialement. *Par étranglement* ces boucles latérales donnent *des anneaux ligneux* destinés aux rachis secondaires (¹).

Or les boucles latérales des frondes de *Clepsydropsis* sont la reproduction exacte des boutonnières des *Cladoxylon*. Nous conclurons que les anneaux ligneux, qu'on observe chez les *Cladoxylon*, *Schizoxylon*, etc., représentent chacun *une trace foliaire entière*. Leur nature de stipes filicinéens ne peut plus dès lors faire aucun doute. Un anneau ligneux représente donc la forme la plus condensée de la clepsydre, de même qu'une masse ligneuse ovale à protoxylème cental (anneau virtuel) représente la forme la plus condensée de la trace foliaire des *Asterochlæna*, ou, plus généralement, de la trace zygoptéridienne.

Le *Steloxylon Ludwigii*, trouvé avec les pétioles de *Clepsydropsis kirgisica*, est certainement le stipe de ce *Clepsydropsis*.

Le *Völkelia refracta* est probablement aussi un stipe de Zygoptéridée, avec bois secondaire centripète très développé.

Il est intéressant de constater que les Cladoxylées ont été rapprochées tour à tour des Lycopodiacées, des Fougères et des Phanérogames (Médullosées), comme si tous ces types, pris dans leurs formes originales, convergeaient vers une forme commune, dont les *Clepsydropsis*, avec leurs caractères très primitifs, seraient infiniment plus voisins qu'aucune autre plante actuellement décrite.

(¹) P. Bertrand, *Classification des Zygoptéridées d'après les caractères de leurs traces foliaires* (*Comptes rendus*, 4 novembre 1907).

SISMOLOGIE. — *Perturbation sismique du 11 novembre 1908.* Note de M. **Alfred Angot.**

Une perturbation sismique très notable a été enregistrée à l'Observatoire du Parc Saint-Maur dans la journée du 11 novembre dernier. Les phases principales des mouvements sont les suivantes (heures données en temps moyen civil de Greenwich) :

Composante Est-Ouest (Pendule NS). — Des oscillations, à peine appréciables sur le tracé de l'enregistreur, débutent à $13^h 42^m,2$; elles deviennent très nettes à $13^h 43^m,7$ et ne cessent qu'un peu après $15^h 25^m$. Il y a eu, pendant ce temps, trois périodes bien distinctes de fortes oscillations. La première a commencé à $14^h 14^m,3$ et a fini à $14^h 23^m,1$ avec un maximum absolu vers $14^h 20^m$ (amplitude $2^{mm},0$). La seconde a duré de $14^h 24^m,1$ à $14^h 34^m,4$; maximum absolu vers $14^h 28^m$ (amplitude $2^{mm},3$). La troisième a commencé à $14^h 47^m,7$ et fini à $14^h 52^m,9$; maximum absolu ($1^{mm},0$) vers $14^h 49^m$.

Composante Nord-Sud (Pendule EW). — Des oscillations à peine perceptibles commencent à $13^h 42^m,4$ et deviennent très nettes à $13^h 43^m,7$ juste au même moment que celles de l'autre composante; elles cessent un peu après $15^h 20^m$. Il n'y a eu qu'une seule période bien marquée de fortes oscillations; début à $14^h 25^m,7$, fin à $14^h 34^m,3$; amplitude maximum $1^{mm},6$ vers $14^h 28^m$. Cette période correspond à la seconde période des grandes oscillations de la composante Est-Ouest.

Les durées d'oscillations propres des deux pendules, le jour de l'observation, étaient $16^s,9$ pour le pendule NS et $14^s,3$ pour le pendule EW.

Les journaux quotidiens ont signalé un tremblement de terre en Belgique le 12. Peut-être y a-t-il eu erreur de date: en tous cas le tracé fourni ce jour-là par le sismographe du Parc Saint-Maur n'indique qu'une ondulation à peine visible qui, pour les deux composantes, a débuté à $8^h 27^m,4$ et était complètement éteinte après 3 minutes.

M. **Alexandre Sée** adresse trois Notes *Sur le vol à voile.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. **D.-G.-C. Heldring** adresse une bouteille contenant un *liquide rouge tombé en pluie* (pluie de sang) *le 14 janvier 1908 à Malang* (*île de Java*), et une Note relative à ce phénomène.

(Renvoi à l'examen de MM. Bornet et A. Lacroix.)

M. **Harold Tarry** adresse une Note intitulée : *Prévision des inondations.*

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Physique, par l'organe de son Doyen, présente la liste suivante de candidats à la place vacante par l'élection de M. *H. Becquerel* comme Secrétaire perpétuel :

En première ligne, par ordre alphabétique . . . MM. **Bouty.**
Villard.

En deuxième ligne, par ordre alphabétique . . . MM. **D. Berthelot.**
Branly.
Broca.
A. Cotton.
Pellat.
Perot.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 novembre 1908.

Procès-verbaux des séances du Congrès international des Études solaires tenu à Meudon, 20-23 *mai* 1907 [avec un portrait de M. Jules Janssen]. (*Transactions of the international Union for Cooperation in Solar Research;* t. II. Third Conference.) Manchester, the University Press, 1908; 1 vol. in-8°.

Comptes rendus des séances de la deuxième réunion de la Commission permanente et de la première Assemblée générale de l'Association internationale de Sismologie, réunie à la Haye du 21 au 25 septembre 1907, rédigés par le Secrétaire général, R. DE KOVESLIGETHY. Budapest, V. Hornyansky, 1908; 1 vol. in-4°. (Transmis par M. le Ministre de l'Instruction publique.)

Atlas photographique de la Lune, publié par l'Observatoire de Paris, exécuté par M. M. LOEWY, Directeur de l'Observatoire, et M. P. PUISEUX; 10e fascicule, comprenant : 1° Études sur la topographie et la constitution de l'écorce lunaire (*suite*). — 2° Planche *j* : image obtenue au foyer du grand équatorial coudé. — 3° Planches LIV à LIX : héliogravures d'après les agrandissements sur verre de quatre clichés des années 1902 et 1904. Atlas et texte. Paris, Imprimerie nationale, 1908; 1 fasc. in-f° et 1 fasc. in-4°.

Application aux mouvements planétaire et cométaire de la recherche du centre de gravité et des axes principaux du temps de parcours, par M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, Membre de l'Institut. (Extr. du *Journal de l'École Polytechnique*, 2e série, Cahier n° 13.) Paris, 1908; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Théorie de l'équilibre d'une lame élastique soumise à une pression uniforme, par M. MARBEC. (Extr. du *Bulletin de l'Association technique maritime*, n° 18, session de 1908.) Paris, Gauthier-Villars, 1908; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Bertin.)

Leçons d'Électrotechnique générale professées à l'École supérieure d'Électricité, par P. JANET, 2e édition, revue et augmentée : Tome I : *Généralités. Courants continus.* — Tome II : *Courants alternatifs sinusoïdaux et non sinusoïdaux. Alternateurs. Transformateurs.* — Tome III : *Moteurs à courants alternatifs; couplage et compoundage des alternateurs; transformateurs polymorphiques.* Paris, Gauthier-Villars, 1904-1908; 3 vol. in-8°. (Présenté par M. Violle; hommage de l'auteur.)

Traité de Géologie, par ÉMILE HAUG; II : *Périodes géologiques;* fasc. I. Paris, Armand Colin, s. d.; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Michel Lévy.)

Ricerche sperimentali sui raggi magnetici: Memoria del prof. AUGUSTO RIGHI. Bologne, 1908; 1 fasc. in-4°.

La Géométrie naturelle, par J. ANDRADE; Livre I. Paris, Edouard Cornély et Cie, 1908; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Lotabweichungen im Harz und in seiner weiteren Umgebung, mit zwei Karten, von Prof. AR.-A. GALLE. (*Veröffentlichung der königl. preussischen geodätischen Institutes;* neue Folge, n° 36.) Berlin, 1908; 1 vol. in-4°.

Flusso-riflusso del mare, centri delle gravita centrifughe, per L. GIACINTO CAVAZZI. Milan, 1908; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Further researches on the physics of the earth, ... by T.-J.-J. SEE. (Extr. des *Proceedings of the American Philosophical Society;* t. XLVII, n° 189, 1908.) 1 fasc. in-8°.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 NOVEMBRE 1908.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome L des *Mémoires de l'Académie* et le Tome CXLVI (1er semestre 1908) des *Comptes rendus* sont en distribution au Secrétariat.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie le *Catalogue des Manuscrits du Fonds Cuvier (Travaux et Correspondance scientifiques) conservés à la Bibliothèque de l'Institut de France*, qui a été dressé par M. Henri Dehérain, sous-bibliothécaire à l'Institut.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le spectre de la comète Morehouse.* Note de MM. **H. Deslandres** et **J. Bosler**.

Le spectre de cette comète a été étudié à Meudon avec deux appareils distincts, ayant des propriétés différentes, qui sont la chambre prismatique et le spectrographe ordinaire à fente. Le premier appareil permet la reconnaissance rapide et générale de la comète entière avec la pose minima, mais les images de raies voisines sont enchevêtrées et confondues. Le second, plus compliqué, ne donne que la portion de la comète qui passe par la fente du spectrographe, mais la donne avec tous les éléments et toute la précision que le spectre peut fournir. Il assure seul une interprétation claire et non douteuse du phénomène.

Les résultats donnés par la chambre prismatique ont déjà été exposés par Deslandres et Bernard dans la séance du 2 novembre (même Tome, p. 774).

Le spectre présente les bandes principales de l'azote et du cyanogène illuminés électriquement aux basses pressions, et surtout trois radiations de longueurs d'onde moyennes, λ 456,1, 426,7, 401,3, qui ont été reconnues pour la première fois dans la comète Daniel de l'année dernière, et sont plus intenses dans la comète actuelle, et même beaucoup plus développées dans la queue. Ces radiations, d'origine encore inconnue, avaient été signalées comme doubles dans la comète Daniel, sur les épreuves d'une chambre prismatique; or elles apparaissent encore doubles sur les épreuves similaires de cette année, et même avec cette particularité que les intervalles des doublets sont différents. Deslandres et Bernard signalent ce dernier résultat comme probable et avec les réserves que comportent les mesures appuyées sur la chambre prismatique, et finalement ils remarquent que la duplicité variable de ces raies semble annoncer une radiation simple qui subit soit un effet Zeeman, soit un effet Doppler, soit un phénomène nouveau spécial aux comètes.

Pour éclaircir tous ces points, il convenait de recourir au spectrographe à fente, et, le 1er novembre, nous avons fixé à la table équatoriale de l'Observatoire un de ces appareils, récemment construit par Burson, astronome assistant. Le spectrographe est à un seul prisme, avec une chambre, longue seulement de $0^{m},12$, mais très lumineuse, le rapport final de l'ouverture à la distance focale étant voisin de $\frac{1}{3}$. L'image de la comète, d'autre part, est projetée sur la fente du spectrographe par un objectif de $0^{m},10$ d'ouverture et $0^{m},80$ de distance focale. Enfin le spectrographe entier peut tourner autour de l'axe de son collimateur, ce qui permet de rendre la fente parallèle à la queue de la comète.

Ces dispositions sont évidemment appropriées au but à atteindre; mais, pendant la première partie du mois, nous avons été arrêtés par la présence de la Lune et par le mauvais temps. Nous avons pu faire seulement deux épreuves à deux jours différents en profitant d'une éclaircie. Le spectre cométaire y est présent, juxtaposé au spectre du fer, qui sert à la comparaison. Il montre les raies déjà révélées avec la chambre prismatique (voir même Tome, p. 776) et, en particulier, les trois raies nouvelles citées ci-dessus, qui sont nettement doubles. La duplicité de ces raies peut être, dès à présent, considérée comme certaine, ce qui est un premier résultat digne d'intérêt (1).

(1) La duplicité de ces raies a été annoncée dans la comète Daniel de l'année dernière par Chrétien qui opérait avec une seule chambre prismatique. L'un de nous a remarqué qu'elle pouvait être seulement apparente, étant explicable par la ligne noire cen-

En outre, les intervalles des doublets ont été mesurés sur l'épreuve la plus forte; ils sont réunis dans le Tableau ci-dessous :

Milieu des doublets en longueurs d'onde λ [1].	Intervalles des doublets $\Delta\lambda$	Rapport $\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$.
470,00	2,24	477
456,10	2,20	488
453,10	2,10	465
426,7	2,16	506
401,3	1,97	491

Les intervalles sont à peu près les mêmes qu'avec la chambre prismatique, et il y a en plus un doublet λ 453,10. En cet endroit, on a noté trois raies avec la chambre prismatique; mais, avec le spectrographe, la raie médiane est plus large que les deux autres, et même paraît double; il y aurait là deux doublets voisins.

D'autres particularités sont à signaler : les raies de la queue ont des inclinaisons différentes dans le spectre; c'est ainsi que le doublet 470, lorsqu'on s'éloigne de la tête, est plus porté vers le rouge que le doublet voisin 456, la différence d'inclinaison atteignant 3°; on peut en conclure que la répulsion solaire agit plus fortement sur la matière du doublet 470 que sur la matière du doublet 456, ce qui serait une première vérification expérimentale des idées de Bredichin.

Enfin les raies les plus longues, à une certaine distance de la tête, ont de fortes inflexions, imputables peut-être à une rotation de la queue.

Ces faits inattendus font ressortir la grande utilité des spectrographes à fente dans l'étude des comètes : mais peut-on en tirer des indications sur la nature exacte des doublets du spectre?

Deslandres et Bernard, dans des recherches non encore publiées, n'ont pas pu reconnaître une polarisation rectiligne ou circulaire appréciable dans les raies du doublet; ce qui exclut l'effet Zeeman. Par contre un effet Doppler

---

trale des queues cométaires, qui a été observée si souvent, en particulier dans la comète Daniel à Poulkovo. Pour la comète Morehouse, les observateurs ont employé deux chambres prismatiques de dispersions différentes, petite et grande, et ont trouvé les raies doubles avec la grande. Dans ces conditions la duplicité est beaucoup plus probable. Mais le spectrographe à fente assure une certitude absolue.

(1) Les longueurs d'onde de cette première colonne sont celles mesurées avec la chambre prismatique; celles tirées du spectrographe à fente seront publiées ultérieurement.

apparaît probable, le rapport $\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$ étant constant pour tous les doublets; dans ce cas une raie du doublet pourrait être fixe et l'autre mobile, suivant la position de la Terre par rapport au Soleil et à la comète, ainsi que dans l'expérience de Stark avec les rayons-canaux dans le gaz hydrogène. Mais, pour faire cette vérification, il faudrait suivre longtemps encore la comète, qui va passer bientôt dans l'hémisphère austral.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *De l'influence des points multiples isolés sur le nombre des intégrales doubles de seconde espèce d'une surface algébrique.* Note de M. **Émile Picard**.

Les intéressantes recherches de M. Remy sur le nombre ρ_0 des intégrales doubles distinctes de seconde espèce de certaines surfaces algébriques (voir ce numéro des *Comptes rendus*) rappellent mon attention sur la formule fondamentale que j'ai donnée autrefois pour calculer le nombre ρ_0 :

$$\rho_0 = N + d - 4p - (m - 1) + 2r - (\rho - 1), \tag{1}$$

où j'emploie les notations de mon Traité sur la *Théorie des fonctions algébriques de deux variables indépendantes*. Dans cette formule d désigne le nombre des *points doubles isolés* de la surface qui peut avoir d'ailleurs une ligne double avec points triples. La modification à faire subir à cette formule quand la surface a des points multiples isolés d'ordre μ est assez facile à obtenir; je me propose de l'indiquer ici.

Considérons donc une surface

$$f(x, y, z) = 0$$

ayant un point multiple isolé (a, b, c) d'ordre μ, et, pour nous borner ici au cas le plus simple, supposons que le cône d'ordre μ correspondant n'a pas de droite double. Il s'agit d'étudier comment se comportent dans le voisinage de $y = b$ les solutions de l'équation différentielle linéaire E qui joue un rôle essentiel dans mes recherches sur les surfaces algébriques. Ces solutions sont les périodes, regardées comme fonctions de y, d'une intégrale abélienne de seconde espèce I relative à la courbe entre x et z

$$f(x, \overline{y}, z) = 0. \tag{2}$$

y étant suffisamment rapproché de b, l'équation précédente donne, pour x voisin de a, μ valeurs de z voisines de c. Nous pouvons considérer alors

μ feuillets de la surface de Riemann correspondant à l'équation (2) relatifs à ces valeurs, et la position de chacun des $\mu(\mu-1)$ points critiques voisins de a dépendra d'une manière holomorphe de y autour de $y=b$. Sur chacun de ces feuillets on peut tracer des contours fermés

$$C_1, \quad C_2, \quad \ldots, \quad C_\mu$$

comprenant à leur intérieur les points critiques. En désignant par Ω_1, Ω_2, Ω_3, ..., Ω_μ les valeurs de I le long de ces cycles, on a évidemment

$$\Omega_1 + \Omega_2 + \ldots + \Omega_\mu = 0.$$

Ceci posé, envisageons une période quelconque P de l'intégrale I. Dans le cas où le cycle correspondant est tout entier en dehors des feuillets précédents, et dans le cas où il est entièrement situé dans ces feuillets, la période sera fonction holomorphe de y autour de b. S'il en est autrement, ce cycle entrera par exemple dans la portion S de la surface de Riemann limitée par C_1, C_2, ..., C_μ en traversant C_1 en un point γ_1, et il en sortira en traversant C_2 en un point γ_2.

Or, faisons maintenant tourner y autour de b, et demandons-nous ce que devient la période P considérée en dernier lieu. On peut approximativement concevoir que l'ensemble de la portion S tourne d'un bloc autour de a, et il en résulte aisément que P se transforme en

$$P + \Omega_1 - \Omega_2,$$

puisque la portion du cycle entre C_1 et C_2 revient à sa position du début et que, à partir d'une position quelconque, γ_1 et γ_2 doivent parcourir C_1 et C_2 dans des sens contraires pour revenir à leurs positions initiales.

Il y a $\mu-1$ différences du type $\Omega_1 - \Omega_2$; nous en concluons que toute période P se transforme en P augmentée d'une somme de multiples de $\mu-1$ périodes particulières U_1, U_2, ..., $U_{\mu-1}$ qu'on démontre être indépendantes. En se reportant alors à la démonstration, fort longue d'ailleurs, qui nous a donné la formule (1), on voit que, dans l'expression de ρ_0, la part d'un point multiple isolé d'ordre μ sera

$$\mu - 1,$$

et nous pouvons alors écrire la formule que j'ai en vue :

$$\rho_0 = N + \Sigma(\mu-1) - 4p - (m-1) + 2r - (\rho-1),$$

où la sommation Σ s'étend aux différents *points multiples isolés* de la surface, μ représentant leur degré de multiplicité.

NAVIGATION. — *Nouvelle méthode pour déterminer le point à la mer.* Note de M. E. Guyou.

J'ai montré déjà, à plusieurs reprises, que l'étude directe des problèmes de navigation sur la Carte marine pouvait conduire à des résultats d'un grand intérêt, qu'avaient laissé passer inaperçus les méthodes trigonométriques habituellement appliquées à ces questions.

On trouve un nouvel exemple de la fécondité de cette méthode dans les résultats auxquels conduit son application à l'étude critique des solutions trigonométriques usuelles du problème de la droite de hauteur. On arrive en effet à cette conclusion assez inattendue que celle de ces solutions qui est la plus répandue aujourd'hui ([1]), au lieu d'être isolée comme sembleraient l'indiquer les considérations qui y ont conduit, n'est, au contraire, qu'un cas particulier d'une infinité de solutions analogues, et que parmi ces solutions il s'en trouve une qui, tout en présentant les mêmes avantages que la solution classique, est entièrement affranchie des imperfections qu'on a coutume de lui reprocher.

I. Considérons, en effet, une sphère terrestre ([2]); soient P et P′ ses pôles, QQ′ son équateur, CC′ un cercle de hauteur, A son centre, et, dans le voisinage de ce cercle, Z la position approchée du navire déduite de l'estime. Soient, en même temps, sur la Carte marine, cc', a, z les projections du cercle CC′ et des points A et Z de la sphère. Le *point rapproché* I est l'intersection du cercle de hauteur avec le vertical ZA mené par le point estimé; la projection i de ce point sur la Carte est donc l'intersection de la courbe de hauteur cc' par la courbe zia suivant laquelle se projette le grand cercle ZIA; c'est par ce point qu'est menée la tangente à cc' qui est prise comme droite de hauteur. Dans la pratique, pour déterminer le point i, on trace sur la Carte, par le point z, une droite faisant avec le méridien un angle égal à l'azimut PZA, ce qui revient à substituer à la courbe zia sa tangente en z; on porte ensuite sur cette droite la longueur de l'arc ZI; enfin, par le point i ainsi obtenu, on lui mène une perpendiculaire. On commet ainsi deux erreurs : l'une sur la position du point i, l'autre sur

([1]) La solution particulièrement recommandée par Marcq de Saint-Hilaire, et que MM. Yvon Villarceau et de Magnac ont appelée solution par le *point rapproché*.

([2]) C'est-à-dire une sphère sur laquelle les lieux terrestres sont supposés placés par leurs latitudes et leurs longitudes.

la direction de la droite de hauteur qui devrait être perpendiculaire à la tangente en i, et non à celle en z.

II. Supposons maintenant qu'on fasse glisser sur la Carte, parallèlement à elle-même et dans le sens des méridiens, la figure formée par la courbe cc' et le point z. Dans chacune des positions qu'elle pourra ainsi occuper, la position $c_1c'_1$, z_1 par exemple, cette figure représentera encore un cercle $C_1C'_1$ de la sphère et un point voisin Z_1 : et l'application à ce nouveau cas de figure de la solution qui précède conduira de même à la détermination d'un point rapproché i_1, et au tracé par ce point d'une tangente à $c_1c'_1$. Il est évident que l'application de cette nouvelle construction à la première figure conviendra encore au problème primitif; par conséquent, pour le calcul des éléments du tracé de la droite de hauteur, on pourra substituer aux données réelles de l'observation, savoir : H (hauteur $= 90^o -$ CA), L (latitude $= 90^o -$ PZ), D (déclinaison $= 90^o -$ PA) et P (angle au pôle $=$ ZPA), celles de l'une quelconque des figures sphériques telles que ($C_1C'_1$, Z_1) que peuvent représenter la courbe cc' et le point z déplacés d'une manière quelconque sur la Carte.

III. Les solutions correspondant à ces figures diverses sont peu différentes, néanmoins elles sont distinctes; on s'en rend compte immédiatement en remarquant que les centres A et A_1 de deux cercles, représentés par la même courbe dans deux positions différentes, se projettent en deux points a et a_1 différemment placés par rapport à la courbe; les grands cercles ZIA et $Z_1I_1A_1$ se projettent donc suivant des courbes zia et $z_1i_1a_1$ distinctes.

On montre aisément d'ailleurs que ces courbes zia supposées réunies sur une même courbe de hauteur, cc' par exemple, représentent les petits cercles de deuxième espèce [1] suivant lesquels la sphère est coupée par les plans menés par la sécante ZT qui joint le point Z au sommet T du cône tangent à la sphère suivant le cercle CC'. Ces cercles se coupent en un second point Z qui est le second point de rencontre de TZ avec la sphère : par conséquent, sur la Carte, les courbes telles que zia se coupent en deux points z et z'. Ces points sont situés de part et d'autre de la courbe cc'.

Les courbes ziz' sont partagées par la corde commune zz' en deux séries présentant des courbures opposées, et il est clair que le point obtenu en

---

(1) Ce sont les cercles dont les plans coupent l'axe terrestre entre les deux pôles (voir *Les Problèmes de Navigation et la Carte marine*).

substituant à l'une d'elles sa tangente en z sera d'autant plus éloigné de l'intersection par la courbe elle-même que la courbure de l'arc considéré sera plus grande ; de même l'erreur commise sur l'azimut en i croîtra avec cette courbure. Pour que ces deux erreurs devinssent nulles, il faudrait que la courbe choisie se confondît avec la corde rectiligne zz'. Or il existe un cas de figure pour lequel cette condition est sensiblement réalisée, c'est celui qui correspond à la position de cc' pour laquelle le point z est sur l'équateur.

Dans ce cas, en effet, la courbe zia représente un grand cercle qui coupe l'équateur en z, et l'on sait que les courbes suivant lesquelles se projettent les grands cercles présentent des inflexions aux points où elles coupent l'équateur.

IV. Indépendamment des deux propriétés que nous venons de mentionner, cette solution offre encore les avantages suivants :

La courbure de la courbe de hauteur a pour valeur la cotangente de la hauteur H_1, de sorte qu'au cas où l'on jugerait utile d'en tenir compte, on pourrait en trouver immédiatement la valeur à simple lecture dans une petite Table de quelques lignes ; en outre la grandeur de la distance $H_1 - H_e$ [1] du point estimé au point déterminatif est exprimée en unités de la Carte, c'est-à-dire en minutes d'équateur, et non en une espèce d'unités variables avec la latitude.

Enfin, et c'est peut-être là le principal avantage de la méthode, elle se prête mieux que toute autre à la construction de Tables donnant presque sans calcul les résultats nécessaires au tracé de la droite de hauteur.

V. Les formules générales qui donnent les valeurs de H, L, D, P susceptibles d'être substituées les unes aux autres dans le problème que nous considérons sont les suivantes :

$$(1)\qquad \begin{cases} \cot\dfrac{H+D}{2}\,\text{tang}\left(\dfrac{\pi}{4}+\dfrac{L}{2}\right)=\text{const.},\\[2mm] \cot\dfrac{H-D}{2}\,\cot\left(\dfrac{\pi}{4}+\dfrac{L}{2}\right)=\text{const.},\\[2mm] \qquad\qquad\qquad P=\text{const.}; \end{cases}$$

ou encore celles-ci dont les premiers membres se rencontrent déjà dans les

[1] H_e désigne la hauteur qu'aurait l'astre si on l'observe du point z_1, sur la figure réduite à l'équateur.

formules du calcul de l'angle horaire et de l'azimut :

$$(1') \quad \left\{ \begin{aligned} \frac{\sin(S-H)}{\cos(S-\Delta)} &= \text{const.} \\ \frac{\sin(S-L)}{\cos S} &= \text{const.} \\ P &= \text{const.} \end{aligned} \right\} \qquad (\Delta = 90^\circ - D;\ H + L + \Delta = 2S).$$

Dans le cas particulier qui nous occupe, la latitude est nulle, et les formules (1) deviennent, en réservant les lettres sans indice aux données de l'observation, et en affectant de l'indice 1 celles qui désignent les données après réduction :

$$(2) \quad \left\{ \begin{aligned} \cot\frac{H_1+D_1}{2} &= \cot\frac{H+D}{2}\tang\left(\frac{\pi}{4}-\frac{L}{2}\right), \\ \cot\frac{H_1-D_1}{2} &= \cot\frac{H+D}{2}\cot\left(\frac{\pi}{4}+\frac{L}{2}\right). \end{aligned} \right.$$

Les valeurs de H_1 et D_1 étant déterminées par ces formules, la hauteur estimée et l'azimut estimé H_e et Z_e, c'est-à-dire correspondant au point Z_1 de l'équateur, s'obtiennent par la résolution d'un triangle rectangle ; on a ainsi

$$(3) \quad \left\{ \begin{aligned} \sin H_e &= \cos D_1 \cos P, \\ \tang Z_e &= \cot D_1 \sin P. \end{aligned} \right.$$

VI. Ce qui caractérise les formules (2) et (3) au point de vue de la facilité de réduction en Tables, c'est d'abord qu'elles ne contiennent toutes que deux données et une inconnue ; par suite, elles peuvent être résolues directement au moyen de Tables à double entrée. En outre, l'une des données est soit la latitude, soit l'angle au pôle. Or, ces deux éléments, par un artifice déjà utilisé par M. Souillagoüet, professeur d'Hydrographie, peuvent être arrondis sans autre inconvénient que le risque d'aggraver l'erreur de l'estime. Ici cet inconvénient est nul, on n'a donc à se préoccuper, pour régler l'espacement des valeurs de L et de P, que de l'inconvénient que pourrait offrir de grands écarts en agrandissant trop les dimensions du graphique final.

Une première Table, dite *Table de réduction à l'équateur*, donne $\frac{1}{2}(H_1+D_1)$ et $\frac{1}{2}(H_1-D_1)$ pour les valeurs de L espacées de 20 minutes en 20 minutes et celles de $H+D$ et $H-D$ de 10 minutes en 10 minutes. Des parties proportionnelles, calculées d'avance, permettent de tenir compte des minutes et dixièmes du second argument.

Une seconde Table donne, pour les valeurs de P de 20 minutes en 20 minutes, et de D_1 de 10 minutes en 10 minutes, celles de H_e et de Z_e. De même que pour la Table précédente, des parties proportionnelles, calculées d'avance, permettent de tenir compte des minutes et dixièmes de l'argument D_1.

Avec ces Tables, la solution sera ramenée aux opérations suivantes :

Former $H+D$, $H-D$; prendre dans la Table I, sur une même page, les valeurs de $\frac{1}{2}(H_1+D_1)$ et $\frac{1}{2}(H_1-D_1)$; en déduire par somme et différence les valeurs de H_1 et D_1.

Entrer avec D_1 et P dans la Table II où l'on trouve H_e et Z_e, d'où l'on déduit $H_1 - H_e$ *en minutes d'équateur*.

Les Tables I et II sont presque entièrement calculées.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section de Physique, en remplacement de M. *H. Becquerel*, élu Secrétaire perpétuel.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 54,

M. Bouty obtient	 37	suffrages
M. Villard »	 9	»
M. Branly »	 8	»

M. **Bouty**, ayant réuni la majorité des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

PLIS CACHETÉS.

M. **L. Blanc** demande l'ouverture d'un pli cacheté, reçu dans la séance du 14 septembre 1908 et inscrit sous le numéro 7382.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une Note intitulée : *Sur l'emploi éventuel d'un sel de lithium comme révélateur dans le sucre brut ou raffiné et sur l'emploi de l'analyse spectrale pour en déceler la présence en toute dilution vineuse.*

M. **L. Blanc** adresse une *Note complémentaire* sur le même sujet.

(Renvoi des deux Notes à l'examen de M. Müntz.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Osservazioni di ascensioni rette eseguite nel R. Osservatorio di Torino negli anni* 1904-1906, da Giovanni Boccardi. (Présenté par M. Radau.)

2° *Exercices et Leçons d'Analyse*, par R. d'Adhémar. (Présenté par M. Émile Picard.)

3° *Traité de Chimie organique d'après les théories modernes*, par MM. A. Béhal et A. Valeur. (Présenté par M. A. Haller.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les surfaces algébriques qui représentent les couples de points d'une courbe de genre* trois. Note de M. **L. Remy**, présentée par M. Émile Picard.

J'ai étudié les surfaces algébriques qui représentent les couples de points d'une courbe de genre *trois*, à l'aide de leur représentation paramétrique par les fonctions abéliennes de trois variables u, v, w, liées elles-mêmes par une relation de la forme

$$\mathfrak{S}(u, v, w) = 0 \quad (^1).$$

De même que dans la théorie des surfaces hyperelliptiques, il convient de faire une distinction fondamentale suivant qu'à un point de la surface considérée répondent *un* ou *plusieurs* couples de points de la courbe.

I. Les surfaces S dont les points admettent une correspondance *univoque* avec les couples de points d'une courbe de genre *trois* C sont des surfaces irrégulières dont le genre géométrique est égal à *trois* et dont le genre numérique est *nul*. Leur système canonique est de degré *six* et la courbe générale de ce système est de genre *sept*; parmi les surfaces adjointes d'ordre $m - 4$, il en existe une infinité qui rencontrent la surface suivant deux courbes distinctes, de genre *trois* et de mêmes modules que la courbe fondamentale C.

Dans la recherche des courbes algébriques qu'on peut tracer sur une surface S, j'ai pris pour point de départ les travaux de Hurwitz sur les corres-

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 412 et 623.

pondances entre deux points d'une même courbe algébrique, et je suis parvenu à la conclusion suivante, dans le cas où la courbe C n'est pas une courbe singulière : *Toute courbe algébrique de la surface* S *peut être représentée par une équation de la forme*

$$\Theta(u, v, w) = 0,$$

la fonction $\Theta(u, v, w)$ *restant toujours finie et vérifiant les équations fonctionnelles d'une fonction thêta sous la condition* $\Xi(u, v, w) = 0$, *et, d'autre part, ne s'annulant pas sur la surface en dehors de la courbe considérée, si ce n'est peut-être le long de l'une ou l'autre de deux courbes déterminées.* A ce point de vue, il existe une différence essentielle entre les surfaces S et les surfaces hyperelliptiques, car il est impossible de représenter individuellement chaque courbe algébrique d'une surface S par une équation de la forme

$$\Theta(u, v, w) = 0,$$

la fonction Θ ne s'annulant pas sur la surface en dehors de cette courbe.

Le nombre ρ_0 des intégrales doubles distinctes de seconde espèce des surfaces S peut être déterminé à l'aide de la formule fondamentale de M. Picard [1]

$$\rho_0 = N + d - 4p - (m - 1) + 2r - (\rho - 1).$$

A cet effet, envisageons la surface définie en coordonnées homogènes par les équations

$$x_i = \Theta_i(u, v, w) \qquad (i = 1, 2, 3, 4),$$
$$\Xi(u, v, w) = 0,$$

où les fonctions Θ_i sont quatre fonctions thêta normales de caractéristique nulle et d'ordre h, qu'on suppose ne s'annuler à la fois pour aucun système de valeurs des arguments. L'invariant relatif ρ est égal à *deux* pour une telle surface, en vertu d'un théorème que j'ai établi dans une précédente Note [2]. D'autre part, la représentation paramétrique de la surface permet de déterminer assez simplement les autres éléments de la formule :

$$m = 6h^2,$$
$$p = 3h(h + 1) + 1,$$
$$N = 6(3h^2 + 2h + 1).$$

---

(1) *Théorie des fonctions algébriques de deux variables*, t. II, Chap. XII.

(2) *Comptes rendus*, 2 novembre 1908.

D'ailleurs $d = 0$, et d'autre part $r = 6$. Dès lors, l'application de la formule de M. Picard donne, pour les surfaces considérées,

$$\rho_0 = 14.$$

2. J'ai étudié également les surfaces algébriques Σ liées à une courbe de genre *trois* C de telle sorte qu'à tout couple de points de C réponde *un* point de Σ et qu'à tout point de Σ répondent *deux* couples de C. On peut d'ailleurs démontrer que les deux couples de points de la courbe homologues d'un même point de la surface sont nécessairement les points d'intersection de cette courbe avec une de ses adjointes d'ordre $m - 3$.

L'étude des courbes algébriques tracées sur une surface Σ se résume dans la proposition suivante : *Toute courbe algébrique de la surface est représentée par une équation de la forme*

$$\Theta(u, v, w) = 0.$$

la fonction $\Theta(u, v, w)$ étant paire ou impaire et jouissant des propriétés d'une fonction thêta sous la condition $\mathfrak{Z}(u, v, w) = 0$. Ce théorème permet de déduire des propriétés des fonctions thêta de trois variables une classification des systèmes linéaires de courbes tracés sur une surface Σ.

La méthode déjà employée pour les surfaces S permet de démontrer également que l'invariant ρ_0 est égal à 14 pour les surfaces Σ; on vérifie, d'autre part, que la valeur de cet invariant est encore la même dans le cas particulier où la courbe de genre *trois* dont dérivent les surfaces S et Σ est une courbe *hyperelliptique*. D'où cette conclusion :

L'invariant ρ_0 est égal à 14 pour les surfaces algébriques dont les points admettent soit une correspondance univoque, soit une correspondance du type (1, 2), avec les couples de points d'une courbe de genre trois, *générale ou hyperelliptique, mais non singulière.*

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les applications géométriques de certains mouvements remarquables.* Note de M. **J. Haag**.

Voici un problème très intéressant qui conduit encore aux mouvements remarquables que j'ai précédemment étudiés :

PROBLÈME. — *Trouver deux surfaces applicables admettant chacune une famille de lignes égales, se correspondant dans la déformation, et telles que les lignes des deux familles soient égales entre elles.*

Soit un trièdre mobile (T), dépendant du paramètre v.

Soit C une courbe qui lui est invariablement liée et soit u le paramètre qui fixe la position d'un point sur cette courbe.

La courbe C engendre, dans le mouvement du trièdre, une surface S d'élément linéaire

$$ds^2 = (\mathrm{S}x'^2)\,du^2 + 2[\mathrm{S}x'(\xi + qz - ry)]\,du\,dv + [\mathrm{S}(\xi + qz - ry)^2]\,dv^2.$$

Dans un second mouvement du trièdre T, on aura une surface S_1 d'élément linéaire analogue. En égalant ces deux éléments linéaires, on est conduit aux équations suivantes :

$$\mathrm{S}x'(X + Qz - Ry) = 0, \tag{1}$$

$$\mathrm{S}(X + Qz - Ry)(X_1 + Q_1 z - R_1 y) = 0, \tag{2}$$

où l'on a posé

$$X = \xi - \xi_1, \qquad X_1 = \xi + \xi_1, \qquad \ldots.$$

Or l'équation (1) exprime que les tangentes à C appartiennent à un complexe linéaire quand v est constant. On en conclut aisément, en négligeant les cas particuliers possibles, qu'on doit avoir

$$X = 2\lambda A, \qquad Y = 2\lambda B, \qquad \ldots, \qquad R = 2\lambda F,$$

λ étant une fonction de v et les A, B, …, F étant des constantes.

Ensuite, l'équation (2), où l'on ferait $v = \text{const.}$, exprime que C se trouve sur une certaine quadrique Q. On en conclut encore qu'on doit avoir, les cas particuliers mis de côté,

$$X_1 = 2\mu A_1, \qquad Y_1 = 2\mu B_1, \qquad \ldots, \qquad R_1 = 2\mu F_1.$$

Par suite,

$$\xi = \lambda A + \mu A_1, \qquad \eta = \lambda B + \mu B_1, \qquad \ldots,$$
$$\xi_1 = -\lambda A + \mu A_1, \qquad \eta_1 = -\lambda B + \mu B_1, \qquad \ldots.$$

Les deux mouvements sont donc des mouvements G de mêmes directrices.

J'ai étudié en détail la correspondance entre ces deux mouvements. Je signalerai seulement le résultat suivant :

Dans les deux mouvements, les axes centraux se correspondent d'une façon homographique et involutive sur le conoïde de Plucker qu'ils décrivent tous deux.

Quant à la courbe C, elle doit être une courbe de la quadrique Q, dont les tangentes appartiennent à un certain complexe linéaire. La détermina-

tion de ces courbes dépend d'une équation différentielle de la forme

$$\frac{du}{dz} = \frac{u(Au + B)}{Cu + D},$$

où A, B, C, D sont des polynomes en z de degré *deux* au plus.

Généralisation. — Je me suis proposé de généraliser le problème précédent, *en n'assujettissant plus les courbes de chaque famille à être égales entre elles, mais en supposant simplement que les courbes homologues des deux familles sont deux à deux égales.*

On peut traiter cette question comme la précédente; mais on arrive alors à des systèmes d'équations aux dérivées partielles que je n'ai encore étudiés que d'une façon rapide, et qui semblent présenter de grandes difficultés dans le cas général.

Voici cependant quelques résultats particuliers. D'abord, *il est impossible de faire subir à une même surface plus d'une déformation ne déformant pas une famille de lignes tracées sur la surface, sauf le cas de la flexion des surfaces réglées.*

De même, sauf le cas de la symétrie, *on ne peut trouver aucune déformation pour aucune surface, qui ne déforme pas une famille de sections planes ou une famille de lignes asymptotiques.*

De même, *on ne peut déformer aucune surface de façon que les courbes d'une famille subissent chacune une translation*, à part des cas particuliers évidents que je ne signale pas.

Il y a encore d'autres propositions négatives du même genre.

Pour terminer, j'indiquerai la solution particulière suivante du problème que je me suis posé.

Soit la surface S dont les coordonnées semi-polaires d'un point quelconque sont

$$\left\{\begin{aligned} \rho &= \sqrt{f'(2u+v)},\\ \omega &= u,\\ z &= -\frac{V}{2} - \frac{f(2u+v)}{2}, \end{aligned}\right.$$

où V est une fonction arbitraire de v et f une fonction arbitraire d'une variable. *Si à la courbe de paramètre v on fait subir la translation V parallèle à Oz et la rotation v autour de Oz, l'ensemble des courbes obtenues constitue une surface* S_1 *répondant à la question.* On peut remarquer aussi que les courbes $2u + v =$ const. sont symétriques l'une de l'autre par rapport à

des droites rencontrant Oz et perpendiculaires à Oz, quand on les prend successivement sur S et sur S_1; de sorte que, *dans ce cas, il y a deux familles de courbes qui ne sont pas déformées.*

J'indique enfin comme exemple les deux surfaces suivantes :

$$S\begin{cases}\rho = e^{u+v},\\ \omega = u,\\ -2z = e^{v}(1+e^{2u}),\end{cases}\qquad S_1\begin{cases}\rho_1 = e^{u+v},\\ \omega_1 = u+v,\\ -2z_1 = e^{v}(e^{2u}-1).\end{cases}$$

La première est un cône de sommet O et de base $\rho = \frac{1}{\operatorname{ch}\omega}$ dans le plan $z = -1$. La seconde est un cylindre parallèle à Oz et ayant pour base, dans xOy, la spirale logarithmique $\rho = e^{\omega}$.

ANALYSE ET HYDRAULIQUE. — *Sur les équations différentielles et les systèmes de réservoirs.* Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. Jordan.

Soit le système d'équations différentielles

$$(1)\qquad \frac{dz_n}{dt} = a_n(t) + \varphi_n(z_1, \ldots, z_n) \qquad (n = 1, 2, \ldots, p);$$

t est, si l'on veut, le temps, variant de 0 à $+\infty$, $a_n(t)$ une fonction de t qui reste comprise entre deux limites fixes a'_n, a''_n qu'elle peut ne pas atteindre : $a'_n \leqq a_n \geqq a''_n$; on n'envisage que les valeurs $z_1, \ldots, z_p$ comprises dans un domaine *réel* D (ou sur ses frontières) : φ_n y est continu, fini quand $z_1, \ldots, z_{n-1}, z_n$ le sont, et fonction décroissante de z_n $\left(\frac{\partial\varphi_n}{\partial z_n} \leqq 0\right)$, et, à tout système de valeurs initiales de $z_1, \ldots, z_p$ dans D correspond une seule solution de (1); enfin : 1° ou bien φ_n prend, $z_1, \ldots, z_{n-1}$ étant finis, les valeurs $+\infty$, pour $z_n = -\infty$, et $-\infty$ pour $z_n = +\infty$: D comprend l'espace à p dimensions; 2° ou bien φ_n prend, $z_1, \ldots, z_{n-1}$ étant finis, la valeur $-\infty$ pour $z_n = +\infty$; $a''_n + \varphi_n(z_1, \ldots, z_{n-1}, 0)$ est $\geqq 0$ quand $z_1, \ldots, z_{n-1}$ sont positifs, et > 0 quand $z_1, \ldots, z_{n-1}$ sont tous > 0 : D comprend les valeurs de $z_1, \ldots, z_p$ toutes > 0.

Ceci posé, soit un second système analogue à (1) :

$$(2)\qquad \frac{dz_n}{dt} = \alpha_n(t) + \varphi_n, \qquad a'_n \leqq \alpha_n \leqq a''_n \qquad (n = 1, 2, \ldots, p),$$

avec $\lim a_n - \alpha_n = 0$ pour $t = \infty$, quel que soit n.

I. *Les solutions du système* (1), *de valeurs initiales comprises dans* D, *y restent et sont toutes asymptotiques à l'une d'elles et asymptotiques aux solutions du système* (2).

Je dirai encore que la fonction $f(t)$ *admet asymptotiquement la période* ω si, ε étant un nombre positif arbitrairement petit, on a, dès que t dépasse une certaine limite fonction de ε,

$$|f(t+m\omega)-f(t)|<\varepsilon,$$

quel que soit l'entier positif m. Dès lors, dans (1) :

II. *Quand les a_n sont périodiques ou asymptotiquement périodiques, de même période* ω, *les solutions de* (1), *de valeurs initiales comprises dans* D, *y restent, et sont toutes asymptotiquement périodiques, de période* ω (*et asymptotiques à l'une d'elles*).

La propriété II est une conséquence de la propriété I quand on peut reconnaître l'existence d'une solution périodique de (1) dans le domaine D. On y réussit parfois grâce à un théorème déduit des méthodes de M. Poincaré et applicable même à des systèmes (1) où φ_n ne serait plus forcément fonction toujours décroissante de z_n (les autres conditions subsistant) :

III. *Si les a_n sont de la forme $e_n+\mu f_n(t)$, où les e_n sont des constantes, $f_n(t)$ des fonctions périodiques de même période* ω, *et dont l'oscillation est limitée, μ un paramètre de valeur absolue assez petite, dans des cas étendus, le système* (1) *admet en général une solution périodique de période* ω.

Il en est ainsi quand les φ_n sont développables suivant les puissances des $z_q-\gamma_q$ aux environs de la racine *simple* $\gamma_1, \ldots, \gamma_p$ du système

$$e_n+\varphi_n(\gamma_1, \ldots, \gamma_n)=0.$$

Systèmes de réservoirs. — Tous ces résultats s'appliquent à l'étude du mouvement des eaux du système *le plus général* de réservoirs de *formes quelconques* dont la surface est libre, alimentés, au moins en partie, de l'extérieur [1], et dont les exutoires (déversoirs, orifices de communication, siphons constamment amorcés) ne sont noyés à aucun instant à l'aval, quand on néglige l'influence des canaux de communication et le temps que

---

[1] Dans les cas que j'ai étudiés antérieurement, il n'y avait pas en général d'alimentation extérieure, ou celle-ci était asymptotiquement permanente.

l'eau met à les parcourir. Il suffit de supposer que le débit perdu par chaque réservoir est exclusivement une fonction croissante, d'ailleurs *quelconque*, du niveau Y dans le réservoir : alors, il y a un régime asymptotique indépendant des conditions initiales (mais fonction de l'allure asymptotique des a_n), et, si l'alimentation est asymptotiquement périodique, le régime est asymptotiquement périodique; quand l'alimentation est sensiblement permanente, au moins asymptotiquement ($a'_n - a''_n < \delta$ quand t est assez grand, δ étant fixe assez petit), le régime asymptotique est sensiblement permanent.

Toutefois, dans le cas où les débits fournis de l'extérieur tendent tous vers 0 avec t^{-1}, la notion de régime asymptotique resterait à préciser, comme je l'ai déjà fait antérieurement dans des cas étendus, par la détermination de la valeur principale des débits infiniment petits en fonction de t^{-1}, quand t^{-1} tend vers 0.

Ce qui précède sera établi en détail, avec certaines extensions, dans un Mémoire plus développé.

PHYSIQUE. — *Sur le rapport de la charge à la masse des électrons : Comparaison des valeurs déduites de l'étude du phénomène de Zeeman et de mesures récentes sur les rayons cathodiques.* Note de MM. **A. Cotton** et **P. Weiss**, présentée par M. J. Violle.

Toutes les raies des métaux du deuxième groupe de Mendeleef qui appartiennent (comme les trois raies bleues du zinc) aux *deuxièmes séries secondaires*, se décomposent dans un champ magnétique de telle sorte que la différence des fréquences des composantes *extrêmes* est la même pour toutes ces raies. Une constante unique $K = \frac{\delta(\lambda)}{H\lambda^2}$ suffit pour définir complètement dans tous ces cas la grandeur du phénomène de Zeeman (Runge et Paschen). Nos mesures sur le changement magnétique des raies du zinc [1] nous ont donné pour K, en unités C.G.S., la valeur $1,875 \times 10^{-4}$ notablement plus grande que celle admise alors [2]. L'application du calcul élémentaire de

---

(1) *Journal de Physique*, t. VI, juin 1907, p. 429. — Note préliminaire (*Comptes rendus*, t. CXLIV, janvier 1907, p. 130 et 238).

(2) On admettait 1,813. Peu après notre travail, Mlle Stettenheimer a donné une valeur 1,901 voisine de la nôtre (écart 1,4 pour 100) (*Annalen der Physik*, t. XXIV, novembre 1907, p. 384).

Lorentz à celles de ces raies qui deviennent dans le champ magnétique des triplets purs, donnerait pour le rapport de la charge à la masse d'un électron, en unités électromagnétiques,

$$\frac{e}{m} = 2\pi v K = 3,534 \times 10^7 = 2 \times 1,767 \times 10^7.$$

Nous remarquions alors que ce nombre, qui nous paraissait comporter une erreur relative inférieure à 1 pour 100, était bien du même ordre de grandeur, mais ne semblait avoir aucune relation simple avec la valeur déduite des recherches sur les rayons cathodiques. A la suite de plusieurs mesures concordantes faites sur ces rayons, on admettait en effet à ce moment la valeur $1,878 \times 10^7$.

Or M. Classen vient de publier (¹) les résultats d'une nouvelle mesure faite avec des rayons cathodiques de faible vitesse. Comme Bestelmeyer (²), il conclut que la valeur admise était trop forte, et il obtient

$$\frac{e}{m} = 1,773 \times 10^7.$$

Ce nombre est, à quelques millièmes près, la moitié de celui que nous déduisions de l'effet Zeeman : en d'autres termes, pour toutes les raies de ces deuxièmes séries secondaires, l'écart entre les composantes latérales est exactement double de celui calculé en partant de l'étude des rayons cathodiques (³).

D'autre part, M. Lohmann a étudié récemment (⁴) les raies du spectre visible de l'*hélium* qui se rattachent à plusieurs séries. Elles donnent toutes dans le champ magnétique des triplets purs qui ont le même écart dans l'échelle des fréquences. M. Lohmann ayant mesuré directement les champs qu'il employait, a donné la constante K relative à ces raies. Le résultat est $K = 0,94 \times 10^{-4}$: *c'est la moitié de la valeur que nous avions trouvée pour le zinc*. On en déduit $\frac{e}{m} = 1,77 \times 10^7$, c'est-à-dire la valeur de Classen.

(¹) *Physikalische Zeitschrift*, t. IX, novembre 1908, p. 763. Les rayons étaient obtenus avec 1000 volts; le rapport trouvé avec 4000 volts différait de quelques millièmes de la valeur indiquée.

(²) Bestelmeyer (*Annalen der Physik*, t. XXII, mars 1907, p. 429) obtenait environ $1,72 \times 10^7$.

(³) M. W. Ritz a proposé une explication théorique de ce rapport simple (*Annalen der Physik*, t. XXV, 1908, p. 660).

(⁴) *Physik. Zeitschrift*, t. IX, mars 1908, p. 147.

En d'autres termes, les raies de l'hélium donnent des triplets dont l'écart est précisément celui prévu par la théorie de Lorentz et par les expériences sur les rayons cathodiques. Elles fournissent ce triplet *normal* qu'on a cherché en vain dans les raies non sériées qui donnent, comme on sait, des triplets *purs*.

Si cette concordance numérique remarquable, que l'on constate aujourd'hui, est confirmée par les recherches ultérieures, le lien que la théorie des électrons établit entre des phénomènes en apparence si différents semblera encore plus étroit.

HYDRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Étude cinématographique des remous et des rides produits par la translation d'un obstacle.* Note de M. **Henri Bénard**, présentée par M. J. Violle.

Dans une précédente Note, j'ai indiqué la périodicité dans la distribution des centres giratoires à l'arrière d'un obstacle qui fend une nappe liquide d'un mouvement uniforme. L'appareil installé pour cette étude se prêtant à une grande variété de recherches, je donnerai quelques détails sur sa construction :

1° La cuve, longue de $1^{m},35$, large de $0^{m},35$, profonde de $0^{m},12$, repose, par un trépied à vis calantes, sur deux piliers massifs isolés de tous les autres supports.

2° Un chariot à moteur électrique, à quatre roues dont deux motrices, pesant 8^{kg} environ, roule sur deux rails rectilignes parallèlement à la cuve.

Ces rails ont été rabotés avec soin à même une solive en fer, longue de 5^{m}, pesant 150^{kg} environ, qui forme le tablier d'un viaduc porté par des piliers. Les profils des rails et des jantes réduisent au minimum le jeu transversal du chariot et lui assurent un frottement de roulement très régulier. Sur deux autres rails en cuivre, isolés, s'appuient les deux roulettes de prise de courant. Le chariot porte aussi une glace verticale enfumée, longue de $0^{m},40$, qui reçoit, dans la portion utile de chaque course, l'inscription des vibrations d'un diapason chronographe.

3° Sur des glissières parallèles aux rails, mais à peine plus longues que la cuve, roule, à l'aide de quatre galets, un second chariot très léger (400^{g}, tout compris) qui, par l'intermédiaire d'un bras latéral, tient le corps solide partiellement immergé; la position et l'orientation de ce dernier sont réglables. Le chariot moteur porte un butoir qui vient, pendant sa

marche, pousser le petit chariot, préalablement placé à l'extrémité antérieure de sa course, vers l'un des bouts de la cuve.

L'enregistrement des vitesses, sur toute la longueur de la course, a montré qu'au premier régime, presque uniforme, succède très vite, après le démarrage du petit chariot, un second régime également quasi uniforme, à vitesse un peu plus faible : le mouvement retardé n'intéresse que quelques centimètres. Or, l'entrée du plongeur dans le champ photographié n'a lieu qu'après un parcours de $1^{m},02$: aussi la vitesse du second régime, pour la portion utile de la course, s'est montrée uniforme à $\frac{1}{100}$ près, dans les cas les plus défavorables. Pour la même raison, les rides produites par le choc du butoir, au démarrage, ont le temps, grâce à leur plus grande vitesse, de s'amortir par réflexions multiples sur les parois, avant que le plongeur n'arrive dans le champ. Quant aux rides capillaires précédant immédiatement l'obstacle, elles sont naturellement photographiées. Un rhéostat, sur le circuit du moteur (courant continu, 120 volts), permet d'obtenir, pour le second régime, toutes les vitesses comprises entre 4^{cm} et 22^{cm} par seconde.

4° La partie optique comprend trois objectifs ayant leur axe optique commun vertical. Tout en bas se trouve la source, diaphragmée par un trou circulaire (diamètre $1^{mm},4$) situé au foyer ($f = 0^{m},97$) de l'objectif collimateur. Pour les clichés sur papier fixe, on a pris le bâtonnet d'une lampe Nernst de 1 ampère, 120 volts; pour le montage cinématographique, un arc à charbons horizontaux, ce qui a permis de réduire la pose jusqu'à 0,005 seconde.

Le fond de la cuve, dans la partie utile, est formé par une glace à faces optiquement planes et parallèles, exactement horizontale. Au-dessus du liquide, assez haut pour laisser passer les pièces mobiles, est placé le second objectif, identique au premier. Dans son plan focal, un écran à bord rectiligne, mû par une vis micrométrique, permet d'éclipser l'image réelle du trou lumineux, image qui est parfaitement centrée quand le liquide est tranquille.

L'écran a été généralement réglé de façon que la lumière commence à être rétablie pour une déviation des rayons émergents voisins de 50″, ce qui, pour l'eau, correspond à une inclinaison de la surface libre égale à 2′30″. Une plus grande sensibilité, facile à obtenir, eût été plutôt gênante. La pièce portant l'écran et sa vis peut tourner autour de l'axe optique; en fait, on n'a utilisé, pour la lumière rétablie, que les deux azimuts à 0° et 180° de la direction de translation.

Enfin, tout en haut, est placé l'objectif photographique.

Le cinématographe est commandé par un moteur électrique indépendant; la vitesse de l'axe, lue chaque fois sur un compteur de tours, donne de 25 à 30 images par seconde, posées de $0^{s},0067$ à $0^{s},0053$. L'image du champ, obtenue à l'échelle 1 : 3,90,

est un cercle de $16^{mm},4$ de diamètre, encadré dans le format $25^{mm} \times 19^{mm}$ des images pelliculaires ordinaires.

Pour les clichés sur plaque fixe, l'obturateur était déclenché par le chariot moteur lui-même : le déclic étant mobile sur une règle divisée, on pourrait régler à volonté l'époque exacte du cliché.

CHIMIE. — *Sur le poids atomique de l'argent.* Note de M. A. **Leduc**, présentée par M. D. Gernez.

M. Dubreuil (¹) calcule par la méthode de M. Hinrichs le poids atomique de l'argent d'après l'ensemble des expériences de Stas.

Considérant en particulier le sulfate d'argent, pour lequel le rapport $\frac{Ag^2}{SO^4Ag^2} = 0,69203$ en moyenne, d'après Stas, il trouve pour valeurs les plus probables des poids atomiques des trois composants :

$$Ag = 107,993\,925\ (^2),$$
$$O = 16,027\,378,$$
$$S = 32,006\,858.$$

De ce calcul et d'un grand nombre d'autres semblables, M. Dubreuil conclut qu'*il n'est pas téméraire d'affirmer que le poids atomique de l'argent est* 108.

Or il faut remarquer que, d'après cette seule série, ce nombre 108 correspondrait à 16,027 d'oxygène et que, si l'on prend $O = 16$, on arrive pour l'argent à

$$\frac{107,994 \times 16}{16,027} = 107,81.$$

Nous sommes donc loin de 108.

Si, comme il semble bien, le vrai poids atomique de l'argent est voisin de 107,9 (j'ai été conduit à adopter 107,916), et si le calcul est correct, il faut

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLVII, p. 856.

(²) 1° Ces nombres comportent au moins deux décimales superflues.

2° Le nombre 107,9959..., inscrit à cet endroit par M. Dubreuil, doit être remplacé par 107,99939..., qu'on trouve plus loin.

3° Il a dû se glisser une petite erreur dans le calcul ; car on trouve, en appliquant les nombres ci-dessus : $\frac{Ag^2}{SO^4Ag^2} = 0,692037$, au lieu de 0,69203. Mais cette différence est insignifiante : les nombres entiers donneraient 0,69231.

en conclure que cette série relative au sulfate d'argent laisse beaucoup à désirer, et qu'elle ne doit entrer en ligne de compte qu'avec un faible poids.

L'auteur proclame que *le résultat est d'autant plus probable que le nombre des méthodes utilisées est plus grand.*

C'est évidemment à la condition que toutes ces méthodes soient également bonnes. Et, comme les méthodes excellentes sont rares, il vaut mieux se résoudre à n'en faire intervenir qu'un petit nombre et même une seule si les autres sont reconnues défectueuses. C'est ainsi qu'en présence d'une bonne méthode en poids il faut faire passer au second plan toutes les méthodes volumétriques. J'ai déjà insisté sur ce point à propos de la synthèse de l'eau.

CHIMIE MINÉRALE. — *Les acides borotungstiques.* Note de M. **H. Copaux**, présentée par M. Haller.

La recherche du pouvoir rotatoire dans les cristaux d'un borotungstate de potassium, où je soupçonnais l'existence de cette propriété, m'a fait reprendre entièrement la préparation et l'analyse des borotungstates, sels découverts et décrits par Daniel Klein en 1883 [1].

Klein a fait réagir l'acide borique sur les tungstates alcalins et obtenu deux séries de combinaisons, auxquelles il a donné pour formules générales

$$B^2O^3.14TuO^3.3M^2O + aq. \qquad \text{et} \qquad B^2O^3.9TuO^3.2H^2O + aq.$$

Ces combinaisons, je les ai reproduites, et j'ai reconnu qu'elles sont, en effet, des borotungstates, bien qu'on en ait douté à l'origine. Quant aux formules de Klein, elles sont inexactes, et cela n'est pas surprenant, car il était impossible à son époque de doser directement les très petites quantités d'acide borique contenues dans les borotungstates, et, pour les doser exactement par différence, il aurait fallu déterminer les autres éléments avec une rigueur qu'on ne trouve pas dans le travail de Klein.

Je m'occuperai seulement ici des acides borotungstiques et de leur composition, remettant à un prochain Mémoire l'étude de leurs sels et de leurs propriétés.

---

(1) Klein, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XXVIII, 1883, p. 370.

Les analyses que j'ai faites par les méthodes indiquées plus loin montrent que les acides borotungstiques ont pour formules véritables

$$B^2O^3.28\,TuO^3.6\,H^2O + 56\,aq. \qquad \text{et} \qquad B^2O^3.24\,TuO^3.5\,H^2O + 61\,aq.$$

Ils dérivent de l'acide métatungstique $4\,TuO^3.H^2O$, et leurs formules le mettent en évidence quand on les exprime par

$$B^2O^3.7(4\,TuO^3).6\,H^2O + 56\,aq. \qquad \text{et} \qquad B^2O^3.6(4\,TuO^3).5\,H^2O + 61\,aq.$$

C'est pourquoi je les appellerai *acides borohepta-* et *borohexamétatungstiques*, suivant la nomenclature très rationnelle proposée par M. Péchard pour les phosphotungstates.

Préparation des acides borotungstiques. — Lorsqu'on traite 1 partie de tungstate neutre de soude et 1,5 partie d'acide borique par une quantité d'eau juste suffisante pour dissoudre le tout à l'ébullition, la liqueur, qui précipitait au début par les acides minéraux, cesse d'être précipitable après quelques minutes. L'acide borique a fixé une partie de la soude du tungstate neutre, et l'acide tungstique libéré a formé par condensation un mélange de métatungstate et de borotungstates de soude, mélange d'autant plus riche en borotungstates que la concentration du liquide en acide borique est plus grande.

Si l'on abandonne la solution à elle-même, elle dépose une masse cristalline d'acide borique et de polyborates de soude; puis les eaux recueillies, concentrées avec addition d'une nouvelle dose d'acide borique, pour assurer la condensation de l'acide tungstique, donnent un second dépôt borique qu'on élimine et des eaux mères qui renferment les borotungstates.

On agite ces eaux avec de l'éther et 2^{vol} ou 3^{vol} d'acide sulfurique pour en extraire les acides borotungstiques à l'état de combinaison éthérée, dense et huileuse; on décompose l'huile par l'eau froide, qui déplace l'éther, et l'on a enfin une solution aqueuse des deux acides mélangés, l'un hexagonal, l'autre quadratique.

L'acide hexagonal s'obtient par simple évaporation du liquide dans le vide sec et se dépose le premier; pour obtenir l'autre, il est préférable de saturer la solution par un excès de carbonate de baryte, de filtrer le sel de baryum insoluble de l'acide hexagonal et de cristalliser les eaux. On recueille ainsi, en gros cristaux, un borotungstate de baryum qui, décomposé par l'acide sulfurique, donne, après concentration, de beaux octaèdres d'acide borotungstique quadratique.

Ces opérations, plus longues et plus laborieuses que la préparation des acides phospho- et silicotungstiques, n'ont aussi qu'un rendement plus faible, qui ne dépasse pas 60 pour 100. En somme, l'acide borique s'unit assez péniblement à l'acide métatungstique, tandis que la silice et l'acide phosphorique s'y combinent avec une extrême facilité.

Composition et propriétés. — Les formules que je donne aux acides boro-

tungstiques sont justifiées par les analyses suivantes :

Acide hexagonal.

	Calculé pour $B^2O^3.28TuO^3.62H^2O$		Moyenne de 3 analyses.
B^2O^3.....	70	0,91	0,94
$28TuO^3$..	6496	84,57	84,31
$62H^2O$...	1116	14,52	14,52
	7682	100,00	99,77

Acide quadratique.

	Calculé pour $B^2O^3.24TuO^3.66H^2O$.		Moyenne de 3 analyses.
B^2O^3....	70	1,02	1
$24TuO^3$.	5568	81,58	81,45
$66H^2O$..	1188	17,40	17,38
	6826	100,00	99,83

L'acide boroheptamétatungstique ou acide borotungstique hexagonal est, de tous les acides tungstiques complexes, le plus riche en TuO^3; son poids moléculaire, le plus élevé peut-être de toute la Chimie minérale, s'élève à 7682.

C'est un corps médiocrement stable, dont les cristaux s'altèrent lentement par conservation à sec, en donnant de l'hydrate tungstique jaune, et sa dissolution dépose rapidement le même hydrate jaune, lorsqu'on l'évapore à 100°.

Il est hexabasique; ses sels de potassium, de baryum, de cadmium, contrairement à ceux de l'acide quadratique, se présentent en fins cristaux indéterminables et le sel de protoxyde de mercure est un précipité complètement amorphe, même après un long contact avec ses eaux mères.

L'acide borohexamétatungstique, un peu plus soluble que le précédent et beaucoup plus stable, cristallise en beaux octaèdres quadratiques, dont la comparaison avec l'acide silicotungstique est intéressante.

Les deux corps sont isomorphes; ils ont même forme géométrique, des angles très voisins et les mêmes caractères optiques; au sens rigoureux de l'isomorphisme, tel qu'on l'entendait autrefois, ils devraient donc avoir des formules correspondantes.

Or, l'acide silicotungstique, si l'on double sa formule, correspond bien à l'acide borotungstique par l'hydratation totale, mais non pas par l'eau de constitution :

$$Si^2O^4.24TuO^3.4H^2O + 62H^2O, \qquad B^2O^3.24TuO^3.5H^2O + 61H^2O.$$

Les silicotungstates normaux sont en effet tétrabasiques, tandis que les borotungstates normaux de potassium, de baryum, de cadmium contiennent exactement 5 molécules de base.

Cet exemple montre une fois de plus que l'isomorphisme n'a pas une valeur décisive pour l'établissement des formules et qu'il peut exister des

différences de composition notables entre corps ayant sensiblement les mêmes caractères optiques et géométriques.

Analyse. — Pour établir la formule des acides borotungstiques, il faut y doser l'eau, l'anhydride tungstique et l'anhydride borique.

Le dosage de l'eau se fait par calcination simple et perte de poids, ou bien encore par calcination dans un tube garni d'oxyde de cuivre sec et absorption de l'eau dans un tube taré, pour éviter l'erreur possible causée par un départ éventuel d'acide borique; mais le second procédé, plus compliqué, ne m'a donné que des différences douteuses avec le premier.

Pour doser l'acide tungstique, on détruit la combinaison borotungstique en fondant $0^{g},5$ de substance avec du carbonate sodicopotassique. On reprend par l'eau et l'on acidule très légèrement par l'acide nitrique, puis on précipite l'acide tungstique par le nitrate mercureux. Le tungstate mercureux ainsi obtenu est exempt d'acide borique; on le calcine et l'on pèse TuO^3.

Enfin, pour doser l'acide borique, la substance est dissoute dans l'eau et traitée par un excès d'eau de baryte bouillante, qui la transforme en un mélange de tungstate neutre et de borate de baryte. On neutralise exactement le liquide par l'acide chlorhydrique, en présence d'hélianthine, pour mettre en liberté l'acide borique et laisser à l'état insoluble le tungstate de baryte. On ajoute alors de la glycérine et l'on dose l'acide borique par la potasse titrée, en présence de phtaléine.

Ce procédé, qui permet de résoudre exactement un cas d'analyse difficile, est celui que j'ai donné autrefois pour l'analyse des éthers boriques [1].

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du trichlorure d'antimoine sur le nickel; formation de* NiSb. Note de M. **Em. Vigouroux**, présentée par M. Haller.

Un corps rappelant l'antimoniure naturel NiSb a été rencontré, pour la première fois, dans la brasque d'un four à plomb antimonié [2]. Avec ce dernier, d'autres composés ont été signalés par les chimistes [3].

Nous dirigeons, pendant 3 heures environ, des vapeurs de trichlorure d'antimoine chauffé dans une cornue, sur du nickel pulvérulent (10^{g}) disposé dans une nacelle en porcelaine à l'intérieur d'un tube horizontal de verre ou de porcelaine chauffé. Dès que ce dernier a atteint 600°, le chlorure métallique apparaît, mais c'est au voisinage

(1) H. Copaux, *Comptes rendus*, t. CXXVII, 1898, p. 756.

(2) Brard, *Encycl. chim. de Fremy*, t. XXIII, p. 205.

(3) Kornakof et Podkopaieff, *Journ. russe*, t. XXXVII, 1905, p. 1280. — Lossew, *Z. anorg. Ch.*, t. LXIX, 1906, p. 58. — PoucHINE, *Journ. Soc. phys. chim. russe*, t. XXXVIII, 1906, p. 659.

de 800° qu'une incandescence vive se manifeste et que la réaction s'accomplit avec plus de rapidité. Après un premier passage, le contenu de la nacelle est traité par l'eau qui, en dissolvant le chlorure de nickel, met à nu l'antimoniure formé. Durant un deuxième, en même temps que le nickel continue à absorber de l'antimoine, son magnétisme diminue et plus faible apparaît la proportion de chlorure métallique qu'on élimine comme précédemment. Dès le troisième passage, le produit de la nacelle, dépouillé de son chlorure de nickel dont la proportion est encore moindre, n'est plus constitué que par de petits cristaux homogènes, à aspect métallique, incapables d'influencer l'aiguille aimantée, renfermant 67,25 pour 100 d'antimoine, c'est-à-dire répondant à la formule NiSb qui en exige 67,15. A partir de cette teneur, l'antimoniure ne s'enrichit plus, bien que, si l'on réitère l'action du chlorure en vapeurs, ce dernier l'attaque peu à peu, jusqu'à disparition complète, en déposant du chlorure de nickel et de l'antimoine.

Le passage du même chlorure sur le nickel à des températures supérieures à 800° entraîne la formation d'antimoniures de moins en moins riches avec apparition d'antimoine libre accompagnant le chlorure métallique. Ainsi, on obtenait des corps qui titraient respectivement 57 pour 100 vers 1000°, 45 pour 100 autour de 1200° et 39 à 40 pour 100 entre 1400° et 1450°; une action prolongée détruisait l'antimoniure en totalité. Inversement, la proportion d'antimoine capable d'être fixée par le nickel doit augmenter à mesure qu'on abaisse la température des expériences : un antimoniure obtenu à 1200°, par exemple, et maintenu ensuite à 800°, en présence des vapeurs de chlorure, reforme le composé NiSb.

Le corps ainsi obtenu se présente sous la forme d'une poudre métallique, brillante, cristalline, de couleur rouge violacé, non magnétique, de densité 7,70 à zéro (densité th. : 7,31). Lorsqu'on le chauffe au voisinage de 1100°, la chaleur le fait fondre et le culot obtenu est une substance métallique d'aspect rouge violacé, substance qui commence à se décomposer autour de 1400° en dégageant de l'antimoine. Dès le rouge sombre, le chlore attaque cet antimoniure avec incandescence; il en est de même de l'oxygène.

Le soufre le détruit avant d'avoir atteint son point de fusion. L'acide chlorhydrique n'entraîne pas d'effet sensible, même lorsqu'il se trouve à l'état concentré et brillant. L'acide sulfurique étendu et à l'ébullition ne l'altère pas; mais, s'il est concentré et chaud, son action s'exerce avec vivacité et il y a dégagement de gaz sulfureux. L'acide azotique en solution étendue ne réagit pas à froid; à chaud, il l'attaque avec une certaine vivacité. Le même acide concentré exerce une action très vive, surtout si l'on élève sa température; il y a apparition de vapeurs vitreuses et dépôt d'anhydride antimonique. L'eau régale le détruit même à froid, avec formation du même anhydride. Excessivement faible apparaît l'action des alcalis même fondus; celle des carbonates alcalins ne s'exerce guère qu'à la longue; les azotates

alcalins se comportent de même. Le chlorate de potassium l'oxyde avec incandescence au moment de sa décomposition.

Nous avons pu reproduire le même antimoniure en faisant agir sur le métal l'antimoine, soit en vapeurs, soit en poudre. A l'intérieur d'un tube en porcelaine chauffé progressivement jusqu'à 1300°, contenant une première nacelle chargée d'antimoine, passe un courant d'hydrogène qui entraîne ce dernier sur le métal disposé dans une seconde. On favorise la saturation en pulvérisant le culot engendré après une première expérience et en réitérant le passage. Ce résultat atteint, on refroidit rapidement le produit par un courant d'hydrogène exempt de vapeurs d'antimoine. Des mélanges pulvérulents de nickel et d'antimoine, corps qui s'unissent avec incandescence au voisinage de 500°, sont chauffés sur des nacelles placées à l'intérieur de tubes horizontaux parcourus par de l'hydrogène. Lorsque de tels mélanges, renfermant plus de 67 pour 100 d'antimoine, sont chauffés jusque vers 1200°, la chaleur leur enlève progressivement de l'antimoine qui se dépose sous forme d'anneau, jusqu'à ce que le culot formé soit constitué par un bel échantillon rouge violacé d'antimoniure NiSb.

Analyse. — L'antimoniure est attaqué par l'eau régale étendue et faible en acide azotique. La solution diluée abandonne, par un traitement convenable à l'hydrogène sulfuré, son antimoine à l'état de sulfure. Ce dernier, traité par l'acide azotique fumant, se transforme en antimoniate d'antimoine, qui, calciné et pesé, fournit la teneur en antimoine. La liqueur filtrée, à laquelle on ajoute de l'acide sulfurique, est évaporée jusqu'à apparition de fumées blanches, puis étendue, additionnée d'ammoniaque jusqu'à réaction alcaline, et soumise à l'électrolyse.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude des tartrates d'amines grasses et aromatiques à l'état de dissolution en se servant du pouvoir rotatoire.* Note de MM. **J. Minguin** et **Henri Wohlgemuth**, présentée par M. Haller.

Dans des travaux antérieurs, l'un de nous [1] s'est servi de déterminations polarimétriques pour étudier la dissociation hydrolytique des sels de strychnine et des camphocarbonates d'amines grasses et aromatiques.

Cette fois, nous avons pris l'acide tartrique comme corps actif, et nous l'avons combiné à un certain nombre d'amines.

1° *Amines grasses.* — A 1g,5 $\left(\frac{M}{100}\right)$ d'acide tartrique, dissous dans l'eau, on ajoute

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXL, p. 243; t. CXLVI, p. 287.

les quantités d'amines correspondantes pour former les sels, et l'on complète à 25^{cm^3} avec de l'eau. Il est évident que tout se passe comme si l'on avait formé les sels au préalable.

Voici les résultats obtenus, en observant sous une épaisseur de 20^{cm} et à une température de 15° [1].

$$\text{Avec acide tartrique seul } 1^g,5 : \left(\frac{M}{100}\right) \ldots \quad \alpha = 1°24$$

Avec addition de :

Propylamine.

$0^g,59\left(\frac{M}{100}\right)$	sel acide...	$\alpha = 3°.$[illegible]2
$1,18\left(\frac{2M}{100}\right)$	sel neutre..	$\alpha = 4.20$
$4,72$ (excès)..........		$\alpha = 4.20$

Butylamine.

$0^g,73\left(\frac{M}{100}\right)$	sel acide...	$\alpha = 3°.$[illegible]4
$1,46\left(\frac{2M}{100}\right)$	sel neutre..	$\alpha = 4.32$
$5,74$ (excès)..........		$\alpha = 4.32$

Diéthylamine.

$0^g,73\left(\frac{M}{100}\right)$	sel acide...	$\alpha = 3°.$[illegible]0
$1,46\left(\frac{2M}{100}\right)$	sel neutre..	$\alpha = 4.24$
$4,38$ (excès)..........		$\alpha = 4.22$

Triéthylamine.

$1^g,01\left(\frac{M}{100}\right)$	sel acide...	$\alpha = 3°.$[illegible]4
$2,02\left(\frac{2M}{100}\right)$	sel neutre..	$\alpha = 4.32$
$4,00$ (excès)..........		$\alpha = 4.36$

Si l'on considère les colonnes verticales, on remarque que les tartrates neutres d'amines grasses ne sont pas hydrolysés, car l'addition d'un excès de base ne fait pas varier la déviation.

En regardant les lignes horizontales on aperçoit une fois de plus la vérification d'une loi que nous avons énoncée autrefois [2].

Les sels neutres ne sont pas bien stables; quand le dissolvant, par évaporation, a presque complètement disparu, le résidu décompose les carbonates, rougit le tournesol et tend de plus en plus vers le sel acide dont la stabilité est plus grande.

Ces corps se présentent sous la forme d'une masse visqueuse ne supportant pas la distillation.

2° *Amines aromatiques.* — A $0^g,50\left(\frac{M}{300}\right)$ d'acide tartrique, dissous dans un mélange d'alcool et d'eau à 50 pour 100, on ajoute les quantités d'amines aromatiques, en

(1) Nous pouvons répondre de 4', grâce à un dispositif spécial qui permet d'obtenir un éclairage intense en lumière jaune.

(2) TCHUGAEFF, *D. ch. G.*, t. XXXI, p. 360, 1775 et 2451. — J. MINGUIN et GR. DE BOLLEMONT, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 238.

vue de former les sels acides et les sels neutres. On complète à 25^{cm^3} et l'on observe avec un tube de 20^{cm^3} à la température de 15°.

Acide tartrique seul $0^g,50$: $\left(\frac{M}{300}\right)$ ..... $\alpha = 0°26'$

Avec addition de :

Aniline.

$\left(\frac{M}{300}\right)$	$0^g,31$ sel acide..	$\alpha = 1°0'$
$\left(\frac{2M}{300}\right)$	0,62 sel neutre.	$\alpha = 1.16$
$\left(\frac{8M}{300}\right)$	2,48 (excès)...	$\alpha = 1.36$
$\left(\frac{20M}{300}\right)$	6,2............	$\alpha = 1.46$
$\left(\frac{40M}{300}\right)$	12,4............	$\alpha = 1.48$

Toluidines.

		Ortho.	Meta.	Para.
$\left(\frac{M}{300}\right)$	$0^g,35$ sel acide..	$\alpha = 0°50'$	$\alpha = 1°0'$	$\alpha = 1°4'$
$\left(\frac{2M}{300}\right)$	0,71 sel neutre.	$\alpha = 1.4$	$\alpha = 1.14$	$\alpha = 1.25$
$\left(\frac{10M}{300}\right)$	3,56 (excès)...	$\alpha = 1.28$	$\alpha = 1.44$	$\alpha = 1.52$
$\left(\frac{20M}{300}\right)$	7,13..........	$\alpha = 1.36$	$\alpha = 1.56$	insoluble
$\left(\frac{40M}{300}\right)$	10,69..........	$\alpha = 1.38$	$\alpha = 1.54$	

Alcool à 95°. Acide tartrique seul $0^g,50$: $\left(\frac{M}{300}\right)$ ..... $\alpha = 0°16'$

Avec addition de :

Monométhylaniline.

$\left(\frac{M}{300}\right)$	$0^g,35$ sel acide..	$\alpha = 0°20'$
$\left(\frac{2M}{300}\right)$	0,71 sel neutre.	$\alpha = 0.30$
$\left(\frac{8M}{300}\right)$	2,85 (excès)...	$\alpha = 0.42$
$\left(\frac{20M}{300}\right)$	7,13..........	$\alpha = 1.0$
$\left(\frac{40M}{300}\right)$	14,26..........	$\alpha = 1.4$

Diméthylaniline.

$\left(\frac{M}{300}\right)$	$0^g,40$ sel acide..	$\alpha = 0°22'$
$\left(\frac{2M}{300}\right)$	0,80 sel neutre.	$\alpha = 0.22$
$\left(\frac{10M}{300}\right)$	4,03 (excès)...	$\alpha = 0.36$
$\left(\frac{20M}{300}\right)$	8,06..........	$\alpha = 0.44$
$\left(\frac{40M}{300}\right)$	16,12..........	$\alpha = 0.46$

Diéthylaniline.

$\left(\frac{M}{300}\right)$	$0^g,49$ sel acide..............	$\alpha = 0°42'$
$\left(\frac{2M}{300}\right)$	0,99 sel neutre.............	$\alpha = 0.52$
$\left(\frac{10M}{300}\right)$	4,96 (excès)...............	$\alpha = 1.30$
$\left(\frac{20M}{300}\right)$	9,93......................	$\alpha = 1.43$
$\left(\frac{40M}{300}\right)$	14,90.....................	$\alpha = 1.48$

Nous voyons que le pouvoir rotatoire augmente graduellement, quand, à partir du sel acide, on introduit des quantités croissantes de bases; puis, à un moment donné, la déviation devient constante, c'est-à-dire que le sel acide qui se forme au début est de moins en moins dissocié, pour ne plus l'être à un moment donné. Si nous mettons en conflit de l'acide tartrique et différentes bases aromatiques pour former les sels neutres, nous remarquons que le corps qui se dépose est identique au sel acide. Points de fusion, dosages d'azote, analyses complètes nous permettent de dire : il ne se forme pas de sels neutres.

De plus, si l'on agite avec de l'éther la solution où devait se former le sel neutre, on recueille de la base non combinée.

Ces sels acides se présentent sous la forme de cristaux bien nets qui se décomposent en fondant.

Points de fusion. — Tartrate acide d'aniline 172°. Tartrate acide de métatoluidine 149°. Tartrate acide de paratoluidine 182°. Tartrate acide d'orthotoluidine 154°. Tartrate acide de monométhylaniline 92°. Tartrate acide d'α-naphtylamine 172°.

Le tartrate acide d'aniline dans le vide perd de l'aniline à partir de 100°-110°

Les autres tartrates acides se conduisent de la même façon.

Ces sels, agités avec une solution froide de potasse, abandonnent immédiatement la base et l'on retrouve du tartrate de potasse.

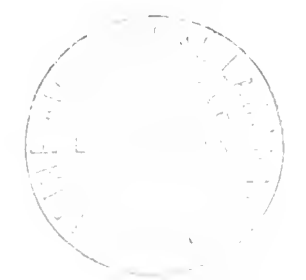
CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation des acides azoïques o-carboxylés.* Note de MM. **P. Freundler** et **Sevestre**, présentée par M. A. Haller.

L'étude des dérivés *c*-oxyindazyliques (¹) nécessitant la mise en réaction d'une quantité assez considérable d'acides azoïques *o*-carboxylés, nous avons dû chercher à obtenir ces derniers avec un meilleur rendement que celui que fournit la condensation du nitrosobenzène avec les acides anthraniliques *m*-substitués (²).

Le problème a été résolu d'une façon assez satisfaisante en effectuant la condensation en sens inverse, c'est-à-dire en faisant réagir les amines aromatiques primaires sur les acides *o*-nitrosés; ces derniers sont, en effet, bien plus stables que le nitrosobenzène, et ils ne subissent que partielle-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1153.

(²) *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 909.



ment la transformation en acides amino-phénoliques sous l'influence des agents de condensation.

Ainsi, l'acide *o*-nitrosobenzoïque et la *p*-chloraniline fournissent, avec un rendement de 60 pour 100, de l'acide *p*-chlorobenzène-azo-*o*-benzoïque :

$$(4)ClC^6H^4AzH^2 + OAz.C^6H^4.CO^2H(2) = H^2O + (4)Cl.C^6H^4.Az = Az.C^6H^4.CO^2H.$$

La réaction inverse ne donne qu'un rendement de 15 pour 100 environ.

Pour effectuer la condensation, on chauffe l'acide *o*-nitrosobenzoïque (34^g) avec de l'acide acétique (150$^{cm^3}$) au bain-marie, puis on fait couler d'un seul coup une dissolution de *p*-chloraniline (30^g) dans le même solvant (50^g), et l'on continue à chauffer pendant quelques heures jusqu'à dissolution totale de l'acide nitrosé. L'acide azoïque, qui cristallise en partie par refroidissement, est purifié simplement par dissolution dans du carbonate de soude, traitement au noir animal, reprécipitation par l'acide chlorhydrique et cristallisation dans l'alcool bouillant. Il se présente sous la forme d'aiguilles orangées, fusibles à 167°-168°, très peu solubles dans l'alcool et l'éther à froid.

La même méthode nous a permis de préparer l'*acide benzène-azo-o-benzoïque* déjà connu (aniline et acide *o*-nitrosobenzoïque), l'*acide p-toluène-azo-m-toluique*, en gros prismes rouges, fusibles à 122°,5, solubles dans le benzène, l'alcool et l'éther (*p*-toluidine et acide *o*-nitroso-*m*-toluique), l'*acide p-toluène-azo-m-chloro-o-benzoïque* (*p*-toluidine et acide chloro-5-nitroso-2-benzoïque) en paillettes orangées, fusibles à 159°-160°, peu solubles dans l'alcool et l'éther à froid, et l'*acide p-toluène-azo-benzoïque* déjà connu (*p*-toluidine et acide nitrosobenzoïque).

L'obtention des acides *o*-nitrosés nécessaires à ces condensations n'a pas été très facile, sauf dans le cas de l'acide *o*-nitrosobenzoïque qui a été préparé par la méthode de Ciamician [1], en partant de l'aldéhyde *o*-nitrobenzoïque. Cette méthode n'est pas applicable aux acides chlorés ou méthylés en 5, à cause de la difficulté qu'on éprouve à se procurer les aldéhydes nitrées correspondantes.

Après divers essais infructueux, nous sommes arrivés au résultat cherché en appliquant aux acides aminés la méthode que Baeyer a utilisée pour transformer l'aniline en nitrosobenzène, c'est-à-dire l'oxydation par le réactif de Caro. Cette méthode a l'avantage de fournir un produit parfaitement pur et *exempt de dérivé nitré*, ce qui n'a pas lieu dans le cas du nitrosobenzène ; cette différence d'action est à attribuer à la grande stabilité des acides nitrosés.

Le mode opératoire est sensiblement le même que celui adopté par Baeyer [2] :

---

(1) *Atti dei Lincei*, 5e série, t. XI, p. 277.

(2) *D. ch. G.*, t. XXXIII, p. 124.

à une solution titrée d'acide de Caro, provenant de 144^g de persulfate de potasse et renfermant environ 4^g d'oxygène actif (titrage à l'iodure), on ajoute d'un seul coup une dissolution neutre de 27^g d'acide amino-2-*m*-toluique dans du carbonate de potasse et l'on abandonne le tout à la température ordinaire pendant 48 heures. Pendant ce temps, la liqueur devient acide et un peu d'acide aminé inaltéré se dépose. On filtre, on sursature par l'acide chlorhydrique et l'on essore l'acide précipité après quelques heures. L'acide *nitroso-m-toluique* est ensuite purifié par cristallisation dans l'alcool méthylique; il se présente sous la forme de petits prismes jaunâtres, fusibles à 172°-173° (déc.). Le rendement est de 15^g; il reste en solution une certaine quantité d'acide aminé qui échappe à l'oxydation du fait que la liqueur devient acide.

La même méthode nous a fourni l'*acide chloro-5-nitroso-2-benzoïque*; celui-ci cristallise en paillettes grisâtres, fusibles à 193° (déc.), très peu solubles dans les solvants organiques froids.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la théorie de la préparation de la monométhylamine par les solutions d'acétamide bromé.* Note de M. **Maurice François**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Hofmann a interprété la formation de la monométhylamine dans l'action de la potasse sur l'acétamide bromé vers 70°, par l'équation

$$CH^3 - CO - AzHBr + NaOH = NaBr + CO^2 + CH^3 - AzH^2,$$

et il a admis que la réaction se passe en deux phases : du cyanate de méthyle est produit d'abord par perte de HBr; il est ensuite transformé en méthylamine par la potasse.

Quelques faits que je vais exposer permettent de considérer les solutions d'acétamide bromé comme des solutions d'hypobromite et la réaction qui donne naissance à la monométhylamine comme un simple phénomène d'oxydation, transformant le groupe CO de l'acétamide en CO^2 qui s'élimine. L'équation peut alors être représentée simplement par

$$CH^3 - CO - AzH^2 + O = CH^3 - AzH^2 + CO^2.$$

Je tiens essentiellement à laisser de côté dans cette discussion la constitution de l'acétamide bromé cristallisé, et à ne parler que des solutions. En effet, dans la pratique de la méthode d'Hofmann pour la préparation de la monométhylamine et des amines, on n'emploie pas de l'acétamide bromé cristallisé et isolé, mais une solution susceptible au plus d'en déposer par refroidissement.

Il n'est pas inutile de rappeler ici que l'acétamide se dissout dans le brome sans dégagement d'acide bromhydrique, que, dès lors, les deux corps ne réagissent pas par simple contact et que la solution d'acétamide bromé ne se produit que lorsqu'on ajoute une solution de potasse, c'est-à-dire dans une réaction semblable à celle qui produit les hypobromites.

1° *Solution d'acétamide bromé d'Hofmann.* — On pèse exactement dans une fiole conique $5^g,9$ ($\frac{1}{10}$ de mol.) d'acétamide pur, on y ajoute 16^g de brome ($\frac{1}{10}$ de mol.) pesés très exactement. Après 15 minutes environ, l'acétamide s'est dissous dans le brome; on verse alors lentement et en agitant $5^g,6$ de potasse, sous forme de 56^{cm^3} de solution titrée à 10 pour 100. En un mot, on prépare scrupuleusement la solution d'acétamide bromé qui sert d'ordinaire de base à la préparation de la monométhylamine et qui, refroidie, déposerait des cristaux d'acétamide bromé brut. Le volume de la solution obtenue est de 68^{cm^3}.

Cette solution a l'aspect et l'odeur des solutions d'hypobromite de soude; elle en a les propriétés oxydantes.

Sans l'étendre d'eau, on y dose le brome actif comme on titre le brome actif d'un hypobromite et par les mêmes moyens. Pour cela, il suffit de savoir que 10^{cm^3} de liqueur arsénieuse de Gay-Lussac sont oxydés par $0^g,07143$ de brome libre. On s'aperçoit vite que la solution d'acétamide bromé oxyde des quantités énormes de liqueur de Gay-Lussac. Ne voulant pas étendre la liqueur à étudier, on opère en présence de sulfate d'indigo sur 200^{cm^3} de liqueur de Gay-Lussac; on trouve qu'il faut $6^{cm^3},2$ de la solution d'acétamide bromé pour amener la décoloration en présence de 200^{cm^3} de liqueur de Gay-Lussac, ce qui indique pour la totalité de la liqueur $15^g,66$ de brome actif.

En employant la liqueur de Penot, c'est-à-dire en opérant en milieu alcalin, on trouve, pour la totalité de la liqueur, $15^g,83$ de brome actif.

Enfin, en se servant à la place de liqueurs arsénieuses d'une solution titrée de chlorhydrate d'aniline [1], c'est-à-dire en opérant en milieu neutre, on trouve $15^g,70$ de brome actif.

Or, le brome actif dosé par les liqueurs arsénieuses est, soit du brome libre, soit du brome à l'état d'hypobromite. Comme la solution étudiée est jaune pâle, que, manifestement, elle ne contient pas de brome libre, il faut nécessairement que tout le brome employé pour la préparer ait été transformé en hypobromite.

Peu importe d'ailleurs que l'acide hypobromeux formé soit fixé sur la potasse ou sur l'acétamide, comme il est plus probable; la solution contient 1^{mol} d'acide hypobromeux pour 1^{mol} d'acétamide, et, chauffée en présence

---

[1] *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 6e série, t. IX, p. 521.

d'un alcali concentré, elle donne naissance dans une réaction très vive et explosive à de la méthylamine.

Cette réaction et sa nature explosive s'expliquent très bien si l'on admet, comme je l'ai fait au commencement de cette Note, que l'acide hypobromeux se détruit en oxydant le groupe CO de l'acétamide avec production d'anhydride carbonique. Cette conception n'empêche d'ailleurs, en aucune façon, d'admettre la formation intermédiaire du cyanate de méthyle.

L'expérience suivante prouve qu'elle n'est pas sans fondement; elle consiste à préparer de la monométhylamine par action à chaud de l'hypobromite de potasse sur l'acétamide.

On place dans un verre 168^{cm^3} de solution de potasse titrée à 10 pour 100 ($16^g,8$ KOH $= \frac{3}{10}$ de mol.). On refroidit vers 0° et l'on ajoute, en une dizaine de fois à 5 minutes d'intervalle, 16^g de brome. On obtient ainsi un hypobromite de potasse contenant un excès d'alcali, très pâle, tout à fait exempt de brome libre. D'autre part, on dissout $5^g,9$ d'acétamide dans 10^{cm^3} d'eau et l'on mesure 56^{cm^3} de solution de potasse à 30 pour 100 titrée ($16^g,8$ KOH $= \frac{3}{10}$ de mol.).

On plonge la pointe effilée d'un appareil de Schlœsing dans une fiole garnie d'eau et l'on introduit très rapidement dans son ballon, successivement, la potasse à 30 pour 100, l'acétamide, puis l'hypobromite. On agite, on réunit le ballon au serpentin et on le chauffe aussitôt brusquement au moyen d'un bec Bunsen grand ouvert. Il se produit une réaction très vive: on abandonne 15 minutes, puis on distille comme dans un dosage d'ammoniaque.

Le liquide distillé est très alcalin; il précipite très abondamment par le réactif de Nessler en jaune pâle, caractère de la monométhylamine presque exempte d'ammoniaque. On l'agite pendant 1 heure avec 20^g d'oxyde jaune de mercure en présence de soude et de carbonate de soude pour éliminer l'ammoniaque. On redistille le liquide après filtration et lavage de l'oxyde, et l'on recueille la base distillée dans l'acide chlorhydrique dilué. On évapore la solution chlorhydrique.

On obtient $5^g,185$ de chlorhydrate de monométhylamine pur, qu'on caractérise par son point de fusion, sa solubilité dans l'alcool absolu, etc. Le rendement théorique eût été $6^g,75$.

2° *Solution d'acétamide bromé obtenue avec le carbonate de chaux.* — Cette solution, dont la préparation a été décrite précédemment (¹), est de même nature que la solution d'acétamide bromé d'Hofmann et sert aux mêmes usages. Elle en diffère toutefois en ce qu'elle est rouge et contient une certaine quantité de brome libre.

Si l'on prépare avec soin cette solution au moyen de $5^g,9$ d'acétamide,

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLVII, 1908, p. 680.

18^g de brome, 40^{cm^3} d'eau et de craie en excès, et qu'on la titre par les mêmes moyens que précédemment, on trouve $16^g,2$ de brome actif, tandis qu'elle contient $16^g,4$ de brome total.

L'infériorité de ces chiffres à la quantité de brome mise en œuvre est due à ce que l'anhydride carbonique dégagé pendant la réaction entraîne des quantités importantes de brome, surtout lorsqu'on opère sur de petites quantités.

Cette solution contient donc tout son brome à l'état d'hypobromite et de brome libre. Elle contient 1^{mol} d'acide hypobromeux pour 1^{mol} d'acétamide, et les conclusions sur la formation de la monométhylamine sont les mêmes que pour la solution d'Hofmann.

Conclusions. — Dans les solutions appelées *solutions d'acétamide bromé* qui servent à la préparation de la monométhylamine, il existe 1^{mol} d'acide hypobromeux pour 1^{mol} d'acétamide; le brome n'existe qu'à l'état d'acide hypobromeux et à l'état libre.

La formation de la monométhylamine par chauffage de ces solutions en présence d'un alcali concentré résulte d'une simple oxydation produite par l'acide hypobromeux dans certaines conditions de température et d'alcalinité.

CHIMIE. — *Sur les matières humiques des charbons.* Note de **M. O. Boudouard**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

L'oxydation des charbons à l'air a pour effet de donner naissance à des produits bruns, à caractère acide, solubles dans les alcalis, dont l'ensemble des propriétés rappelle celles des composés humiques; de plus, il semble y avoir une certaine relation entre le pouvoir cokéfiant d'un charbon et sa teneur en ces substances. Au cours de recherches sur la cokéfication des houilles, j'ai été conduit à étudier les matières humiques qu'on peut retirer des combustibles naturels; ces produits sont unis par des relations étroites de dérivation aux hydrates de carbone, et ils sont analogues à ceux qu'on obtient en faisant agir à chaud les acides sur les alcools polyatomiques, sur les sucres. D'après Stein, l'ulmine et l'acide ulmique auraient la même composition $C^{24}H^{18}O^9$. Mulder, au contraire, distingue les produits bruns (humine $C^{40}H^{30}O^{15}$ et acide humique $C^{40}H^{24}O^{12}$) et les produits noirs (ulmine $C^{40}H^{32}O^{14}$ et acide ulmique $C^{40}H^{28}O^{12}$). Malaguti propose la formule $C^{12}H^{12}O^6$. Berthelot et André donnent la formule $C^{18}H^{14}O^6$ et

admettent l'existence d'un hydrate $C^{18}H^{16}O^{7}$; on aurait toujours affaire à un mélange d'anhydride et d'acide partiellement dissocié, et l'anhydride humique participerait à la fois des anhydrides acides et des anhydrides alcooliques, étant à certains égards comparables aux lactones.

Pour obtenir l'acide humique contenu dans les charbons, il suffit de les traiter par une solution de potasse, à 5 pour 100 par exemple. La solution brune est ensuite précipitée par l'acide chlorhydrique en excès : l'acide humique est recueilli sur filtre, lavé et séché à 110°. Les expériences ont été faites sur diverses variétés de charbons : anthracite (I), Courrières $\frac{1}{4}$ gras (II), charbon de forge belge (III) et d'origine inconnue (IV), Bruay $\frac{3}{4}$ gras (V), houille d'origine inconnue (VI) et lignite (VII). A l'état naturel, les échantillons VI et VII seuls contiennent de l'acide humique dans les proportions respectives de 1 et 5 pour 100 environ. Après oxydation à 100°, on trouve des traces d'acide humique dans les charbons III et IV et des quantités assez grandes dans les échantillons V (5 pour 100) et VI (14 pour 100). Enfin, l'action de l'acide nitrique augmente considérablement la teneur en acide humique : 15 pour 100 dans III, 8 pour 100 dans IV, 40 pour 100 dans V, 50 pour 100 dans VI et 27 pour 100 dans VII; on en trouve des traces dans l'échantillon II.

Le Tableau ci-dessous donne les résultats analytiques relatifs aux matières humiques obtenues avec les divers charbons (toutes ces matières humiques retiennent une certaine quantité de cendres dont il a été tenu compte dans le calcul des analyses) :

				Composition centésimale, cendres déduites.			
Nos.	Nature des charbons	Traitement subi.	Couleur	C.	H.	O.	Cendres.
1.	Houille d'origine inconnue..	naturelle, traitée par KOH 5 pour 100 à froid...........	brune	66,98	4,87	28,15	1,77
2.	Id. ..	naturelle, traitée par KOH 5 pour 100 à chaud.........	Id.	66,96	4,64	28,40	2,94
3.	Id. ..	naturelle, traitée par KOH 25 pour 100 à chaud.........	Id.	57,13	4,80	38,07	3,24
4.	Lignite.....................	naturel, traité par KOH 5 p. 100 à froid..	noire	66,10	4,39	29,51	1,79
5.	Id.	épuisé par l'alcool, puis traité par KOH 25 pour 100 à froid	brune	58,23	4,94	36,83	1,96
6.	Id.	épuisé par l'alcool, puis traité par KOH 25 pour 100 à chaud	Id.	64,06	4,70	31,24	0
7.	Bruay $\frac{3}{4}$ gras...............	oxydé à 100°, traité par KOH 5 pour 100 à froid...........	noire	57,52	3,51	38,97	0,90
8.	Houille d'origine inconnue..	Id.	Id.	58,21	3,73	38,06	1,40
9.	Charbon de forge belge.....	oxydé par NO^3H, traité par KOH 5 pour 100 à froid.....	Id.	57,85	3,32	38,83	0,72
10.	Id.	Id.	Id.	58,52	3,50	37,98	0,68
11.	Charbon de forge origine inconnue...................	Id.	Id.	58,28	3,86	37,86	1,53
12.	Bruay $\frac{3}{4}$ gras	Id.	Id.	52,40	3,56	44,04	1,13
13.	Houille d'origine inconnue..	Id.	Id.	56,76	3,79	39,45	4,39
14.	Lignite................. ...	Id.	Id.	53,75	4,00	42,25	3,29

Si l'on examine ces résultats et si l'on réunit ensemble ceux qui sont sensiblement les mêmes, on peut former quatre groupes :

Groupes.	Nos.	Composition moyenne C.	H.	O.	Formule approchée.	Auteurs.
a.	1-2-4-6........	66,02	4,65	29,33	$C^{18}H^{14}O^{6}$	Berthelot et André
b.	3-5............	57,68	4,87	37,45	$C^{18}H^{18}O^{9}$	Malaguti
c.	7-8-9-10-11-13.	57,86	3,60	38,54	$C^{18}H^{14}O^{9}$	»
d.	12-14..........	53,08	3,78	43,14	$C^{18}H^{14}O^{11}$	»

La matière humique des charbons oxydés artificiellement contient moins de carbone, moins d'hydrogène et plus d'oxygène que celle préexistant dans les charbons naturels. Le groupe *a* correspond à la formule Berthelot et André, le groupe *b* à la formule Malaguti; les groupes *c* et *d* dérivent facilement de la formule Berthelot et André par addition de 3^{at} ou 5^{at} d'oxygène.

MINÉRALOGIE. — *Le porphyre rouge antique.* Note de M. **J. Couyat**, présentée par M. A. Lacroix.

Le *porphyre rouge antique* était une des pierres les plus recherchées des Romains, à en juger par le nombre et la variété des objets que renferment les Musées et qui sont taillés dans cette roche. Peut-être même ne fut-il connu que d'eux seuls, car on ne possède actuellement aucun indice permettant d'en soupçonner l'emploi par les Grecs ou les Égyptiens.

Les gisements en furent longtemps perdus; Burton et Wilkinson les retrouvèrent au début du siècle dernier et, depuis cette époque, ils ont été fréquemment visités par des voyageurs européens, mais ils n'ont pas été l'objet d'une description approfondie. Je me suis proposé d'en faire l'étude pétrographique et géologique dans un travail dont cette Note condense les conclusions.

Les carrières sont au nombre d'une quinzaine. Elles se trouvent le long de l'Ouadi Abou Màammel, dans les collines schisteuses qui s'adossent à la partie nord-ouest du G. Doukhan. Cet Ouadi se dirige au Nord et s'ouvre dans l'O. Oum Sidri. Il est d'un abord difficile; les caravanes romaines, venant de la vallée du Nil, y accédaient par l'O. Oum Sidri, après un long détour d'une journée de marche. Il est d'ailleurs possible de suivre leur route, jalonnée de travaux d'art, et semée de blocs de *porphyre*.

Les roches à la famille desquelles appartient le *porphyre rouge antique* sont

des andésites amphiboliques à hornblende, dont j'ai récemment indiqué la place au milieu de la série éruptive du G. Doukhan [1]. A l'état frais, la couleur du type le plus fréquent varie du noir verdâtre au noir d'ébène et sur la pâte sombre se détachent les sections blanches et géométriques des feldspaths. Ces roches se trouvent en necks au G. Doukhan; au G. Oum Sidri, leurs filons sont si nombreux, si variés dans leur direction, leur inclinaison et leur épaisseur, qu'ils pénètrent d'un réseau compliqué le schiste dans lequel ils s'élèvent. Un énorme dyke de granite, de nombreux filons de microgranites, de rhyolites et de diabases les traversent.

Ces andésites sont formées de phénocristaux et de microlites d'andésine et de hornblende; elles contiennent en outre beaucoup d'apatite et de fer oxydulé. L'andésine a une extinction maximum de 17° dans la zone de symétrie; elle est maclée suivant les lois de l'albite et du péricline; les microlites en sont allongés ou se présentent réunis en plages d'aspect spongieux.

La hornblende forme des cristaux automorphes à extinction maximum de 22°. Sa biréfringence maximum est d'environ 0,24; elle est fortement colorée en vert et polychroïque dans les tons suivants :

n_g	vert
n_m	jaune sale
n_p	jaune pâle

De plus, elle est manganésifère, ainsi que le montre l'analyse suivante :

SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	TiO^2.	MgO.	CaO.	MnO.	K^2O+Na^2O.	P.F.	Total.
44.5	12,5	12,2	4,0	1.5	11,1	9.5	0,4	3,9	0,5	100,1

La roche se rencontre rarement à l'état frais, et le *porphyre rouge* n'est autre chose qu'un facies d'altération de cette andésite; il en a d'ailleurs, à peu de chose près, la même composition chimique, comme l'indique la comparaison de leurs analyses :

	SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	TiO^2	MgO.	CaO.	MnO.	Na^2O.	K^2O.	P^2O^5.	P.F.	Total.
Andésite.	64,3	16,4	1,85	2,5	0,45	3,0	4,7	tr.	4,3	2,0	n.d.	0,6	100,1
P. rouge.	64,4	16,1	3,5	1,0	0,65	2,7	5,0	tr.	4,2	1,6	n.d.	1,1	100,25

Le *porphyre rouge* se trouve au centre des necks d'andésite, à l'endroit où cette roche, plus cristalline, offre moins de résistance à l'altération; aussi passe-t-il insen-

(1) *Comptes rendus*, t. CXLVII, 1908, p. 867.

siblement au *porphyre noir*, la zone intermédiaire étant un *porphyre violacé* également bien connu des archéologues.

Sa composition minéralogique est celle des andésites; mais, par oxydation, l'apatite, qui est ferrifère, s'est colorée en brun; la décomposition simultanée de la hornblende manganésifère et du feldspath y a introduit une grande quantité d'épidote manganésifère (withamite) qui épigénisent partiellement les phénocristaux d'andésine et leur communique une coloration rose pâle. Il n'est resté de la hornblende qu'un squelette ferrugineux qui a conservé la forme du cristal disparu. La pâte doit uniquement sa teinte lie-de-vin à l'hématite dont elle est imprégnée et qui résulte en partie de la transformation de la magnétite. Si, en effet, on l'examine au microscope et à la lumière réfléchie, on la voit remplie d'un pigment rouge d'hématite qui, au milieu de ses flocons, conserve parfois encore des parcelles non décomposées de fer oxydulé. Sous l'action de la chaleur, le pigment revient à l'état de fer oxydulé, ce qui explique pourquoi la roche devient noire par calcination, contrairement à ce que dit Delesse à ce sujet. Il faut signaler enfin quelques autres minéraux secondaires : damourite, actinote, biotite.

Les brèches rouges, qui ont servi aux anciens à faire tant de colonnes et de vases, proviennent de deux grandes carrières, voisines l'une de l'autre, et situées à l'ouest de l'O. Abou Mâammel, au sommet d'une montagne d'environ 1500^{m} d'altitude. Elles forment la partie nord-ouest d'une bosse andésitique. Rutley les considère comme le résultat d'un écrasement dû à des actions dynamiques, mais elles me paraissent être des brèches ignées, car les fragments qui les constituent sont plus cristallins que la pâte qui les cimente et de plus ils sont partiellement résorbés par elle. La pâte présente les mêmes altérations que dans le *porphyre rouge*. Les fragments qu'elle englobe sont devenus blanchâtres par damouritisation; on y voit des phénocristaux allongés de hornblende non décomposée; aussi sont-ils dépourvus de withamite.

Ces brèches passent insensiblement, comme le *porphyre rouge*, à une roche de même structure, mais de couleur noire.

En résumé, le *porphyre rouge* n'est pas, comme on l'a cru jusqu'alors, une roche distincte, constituant un filon au milieu de pegmatites; c'est un facies d'altération d'une andésite amphibolique à hornblende, antérieure au granite, et s'élevant en necks au milieu des schistes. De plus, il doit sa coloration non pas à la withamite, mais à la grande quantité d'hématite qui l'imprègne intimement.

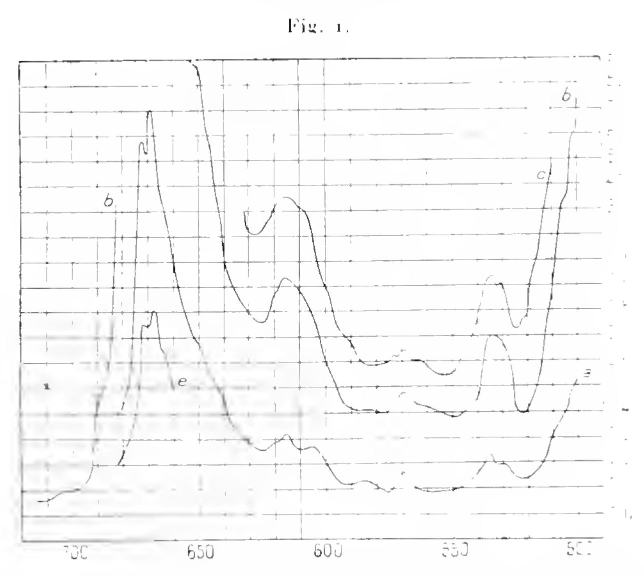
CHIMIE VÉGÉTALE. — *Contrôle quantitatif des travaux sur la chlorophylle.* Note de M. V. **Brdlik**, présentée par M. Armand Gautier.

Il était important d'introduire un contrôle quantitatif dans les travaux ayant pour objet l'isolement de la chlorophylle pure. Celle qu'on extrait des feuilles vertes par l'alcool contient beaucoup d'autres substances. Pour

s'en débarrasser on recourt d'ordinaire à divers procédés : méthode de Kraus (extraits alcooliques traités par l'éther pétrolique, le sulfure de carbone, le benzol, etc.) : méthode de A. Gautier (absorption par le noir animal); méthode chromato-adsorbtive de Tswett.

Le contrôle de la purification de la chlorophylle peut être exécuté au moyen du spectrophotomètre de König-Martens. La solution benzolique de chlorophylle brute, obtenue par la méthode de Kraus, fut photométrée en concentration convenable dans diverses régions du spectre et l'on calcula les coefficients d'extinction (ε) des différentes longueurs de radiations $\varepsilon = \frac{\log \operatorname{tang} \alpha' - \log \operatorname{tang} \alpha}{d}$. Les longueurs de radiation portées sur l'abscisse et les coefficients d'extinction sur l'ordonnée marquent, par les points d'intersection, la courbe du spectre d'absorption (voir *fig.* 1).

Fig. 1.



Courbes d'absorption de la chlorophylle en différentes solutions concentrées : $a = 1^{cm^3}$, $b = 3^{cm^3}$, $c = 4^{cm^3}$, $e = 0^{cm^3},5$ de la solution primitive benzolique en 25^{cm^3} de benzol.

D'après la courbe ainsi construite on pourrait préciser peut-être l'échelle d'intensité des bandes I > II > IV > III. Quantitativement on a :

$$\text{I} : \text{II} : \text{IV} : \text{III} = 10 : 4 : 3 : 2.$$

On peut juger, grâce à ces courbes, dans quelles proportions les différents rayons de lumière agissent dans la photosynthèse. Elles indiquent aussi par leurs points culminants l'obscurcissement maximum des bandes caractéristiques d'absorption dans la partie visible du spectre (voir la figure

du spectrophotogramme) : bande I sur $\lambda = 669$; II sur $\lambda = 615$; III sur $\lambda = 569$; IV sur $\lambda = 536$. Cette donnée est seule exacte.

Enfin on a trouvé que la solution de la chlorophylle étendue à un volume double et photométrée a donné des coefficients d'extinction moitié plus faibles dans ces points culminants de la courbe, etc.

On ne peut faire usage de cette règle ni pour les grandes différences de concentration, ni sur un point quelconque de la courbe, mais uniquement dans les points d'obscurcissement maximum des bandes d'absorption, en supposant que l'appareil (source de lumière, largeur de la fente, etc.), soit bien au point. Plus le coefficient d'extinction (ε) est élevé et plus le poids du résidu (r) du même volume des solutions comparées est abaissé, plus la préparation est riche en chlorophylle pure. La pureté relative est, par conséquent, exprimée par le rapport $P = \frac{\varepsilon}{r}$.

C'est par cette méthode qu'on peut contrôler la purification de la chlorophylle. Les préparations résultant de mes divers fractionnements furent dissoutes et délayées dans le benzol jusqu'à ce que la bande III ($\lambda = 569$) fût encore observable au spectroscope de poche. On photométra toujours avec l'obscurcissement maximum de la bande II (εII) et l'on évapora des volumes égaux des solutions; le résidu fut séché et pesé. La bande I convient très peu à des déductions photométriques exactes : la courbe dans la région de cette bande (I) monte et descend avec trop de raideur. La mesure de ε, courbe IV, est importante pour établir à quel point la chlorophylle a été altérée pendant les opérations; elle ne l'est pas pour contrôler la pureté relative. En résumé, plus on poursuit les opérations dans lesquelles une température un peu haute, la lumière et le contact de l'air sont intervenus, plus εIV s'élève. Il faut donc attribuer cette bande (IV) à la chlorophylle altérée, comme A. Gautier l'a déjà montré depuis longtemps.

Pour contrôler les différentes opérations purificatives, on a fait les manipulations suivantes :

Des feuilles vertes furent plongées dans de l'éther pour enlever la cire de la surface; l'éther, coloré en vert, fut photométré; il donna l'expression de pureté relative suivante : $P = \frac{\varepsilon \text{II}}{r} = \frac{60,7}{3,02} = 20,09$. Les feuilles ainsi lavées et broyées furent mises à digérer dans l'alcool (avec addition d'un peu de carbonate de chaux). Les extraits chlorophylliens alcooliques furent agités avec le benzol. L'alcool, d'un aspect jaune, contenait encore un peu de chlorophylle : $P = \frac{\varepsilon \text{II}}{r} = \frac{12,9}{48,06875} = 0,26$. La couche benzolique fut délayée (1^{cm} : 25^{cm} de benzol) et photométrée : $P = \frac{\varepsilon \text{II}}{r} = \frac{31,1}{0,6336} = 49,08$.

Une autre partie de cette solution benzolique fut évaporée à 30°-40° ; le résidu, lavé plusieurs fois à l'eau froide, redissous dans de l'alcool éthylique et agité de nouveau avec le benzol, fut photométré : $P = \frac{\varepsilon II}{r} = \frac{117,5}{1,5759} = 74,55$.

On en déduit que la dernière préparation est de 50 pour 100 plus riche en chlorophylle pure que la première. Une petite partie de la dernière solution fut évaporée au bain-marie ; le résidu dissous dans le benzol et photométré donna $P = \frac{\varepsilon II}{r} = \frac{44,8}{0,87804} = 51,02$.

La purification ultérieure de la partie principale fut opérée comme suit : la solution benzolique fut évaporée à 30° et le résidu dissous dans de l'acétone. La solution fut évaporée (30°), dissoute dans le benzol et photométrée : $P = \frac{\varepsilon II}{r} = \frac{75}{1,2045} = 62,2$. Tandis que le rapport entre le coefficient d'extinction de la bande II à celui de la bande IV de la solution benzolique première était $\frac{\varepsilon II}{\varepsilon IV} = \frac{31}{23} = \frac{1}{0,7}$, il était dans la dernière solution de $\frac{\varepsilon II}{\varepsilon IV} = \frac{30}{27} = \frac{1}{0,9}$.

L'intensité d'absorption de la bande IV s'élève donc avec l'altération de la chlorophylle, comme la photographie du spectre solaire dans la région violette l'a confirmé.

On voit, par le contrôle quantitatif ci-dessus, que l'agitation de solutions alcooliques de chlorophylle avec le benzol, l'évaporation à basse température et le lavage de la chlorophylle brute à l'eau froide sont opportuns, tandis que les opérations ultérieures, consistant en évaporations à des températures plus élevées et en redissolutions dans différents liquides, sont nuisibles. Peut-être trouvera-t-on que les $\lambda = 672$, 649, 640, 620, 605, 585, 574, 530 sont en relation avec différents pigments de la chlorophylle : on pourra alors adopter cette méthode pour ces divers pigments.

Qu'il me soit permis de remercier ici M. le professeur F.-F. Martens pour les renseignements qu'il m'a fournis.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le mécanisme physiologique de la coloration des raisins rouges et de la coloration automnale des feuilles.* Note de M. J. LABORDE, présentée par M. Guignard.

Dans une Note antérieure [1], j'ai montré que certaines matières tanniques, traitées par l'acide chlorhydrique à 2 pour 100 à l'autoclave à 120°,

---

[1] *Sur l'origine de la matière colorante des raisins rouges et autres organes végétaux* (*Comptes rendus*, juin 1908).

donnent une matière colorante rouge, tandis que d'autres ne se prêtent pas à cette réaction. Pour le premier cas, le tanin des différents organes de la vigne et surtout des pellicules des raisins fournit un exemple typique; pour le second cas, on peut citer le gallotanin pur.

Cependant, avec ce gallotanin, on peut obtenir aussi une magnifique couleur rouge dans des conditions différentes des précédentes et qui consistent à exposer au soleil une solution de tanin dans l'eau contenant de l'acide chlorhydrique et de l'aldéhyde formique.

L'allure de l'action varie un peu suivant la proportion des matières en présence; je décrirai celle des trois formules suivantes :

	Pour 100^{cm^3} :		
	N° 1.	N° 2.	N° 3.
Tanin	$0^g,5$	$0^g,5$	$0^g,2$
Acide chlorhydrique	20^{cm^3}	20^{cm^3}	5^{cm^3}
Formol (solution commerciale)	5^{cm^3}	1^{cm^3}	$0^{cm^3},2$

Premier cas. — Il se forme rapidement, par coagulation du tanin, un précipité abondant qui, au bout de quelques jours, est devenu d'un rouge violacé, tandis que le liquide est à peu près incolore.

Deuxième cas. — Le tanin se précipite partiellement et le rougissement est plus lent; au bout d'une semaine la coloration est très nette et va en s'accentuant par la suite, mais alors le liquide, qui est un peu coloré, dépose, sur les parois du verre, une pellicule adhérente de matière colorante absolument semblable à celle que donne la couleur du vin rouge sur les parois des bouteilles.

Troisième cas. — Le liquide reste limpide en se colorant peu à peu; l'intensité de la coloration peut atteindre la moitié de celle d'un vin rouge ordinaire et il y a encore dépôt de matière colorante sur le verre.

Dans tous les cas, le rougissement se produit aussi à l'obscurité, mais plus lentement; la lumière favorise donc le phénomène, comme elle favorise la coloration des raisins rouges. Le contact de l'air n'est pas, non plus, nécessaire; seulement, si la solution de tanin s'est fortement oxydée à l'air avant l'addition des deux réactifs, la nuance de la couleur est jaunâtre et non violacée.

Les pellicules et le précipité rouge insolubles dans l'eau chlorhydrique formolée sont solubles dans l'eau alcoolisée, qui prend une belle teinte rouge vineux. Cette couleur vire au bleu grisâtre par l'ammoniaque et au vert sale par la potasse ou la soude; elle s'oxyde à l'air en jaunissant et s'insolubilisant comme la couleur du vin rouge, mais beaucoup plus lentement que la couleur fournie par l'œnotanin attaqué par l'acide chlorhydrique à 120°. En somme, ces trois matières colorantes présentent entre elles de grandes analogies.

L'œnotanin, précipité dans l'eau chlorhydrique formolée, rougit également, mais le précipité est complètement insoluble dans l'alcool comme la couleur du vin précipitée par les mêmes réactifs. Toutes les matières tanniques essayées ont donné une couleur rouge dans les mêmes conditions; cette transformation paraît donc générale pour les tanins.

L'action de l'acide chlorhydrique à 120° sur l'œnotanin est incontestablement une catalyse qui agit peut-être par hydrolyse comme dans la transformation du gallotanin en acide gallique, par exemple. C'est également une action catalytique qui s'exerce à froid sur un tanin quelconque mis en présence d'acide chlorhydrique et de formol, car aucun de ces deux corps ne prend part à la réaction, ainsi que le prouve leur dosage avant et après par des méthodes qui sont, comme on sait, très sensibles. Cependant, l'un et l'autre ne jouent pas un rôle équivalent, bien qu'ils ne puissent agir séparément; l'expérience montre, en effet, que l'aldéhyde a une influence au moins cinquante fois plus grande que celle de l'acide. Donc, cette action catalytique ressemble beaucoup à une action diastasique dans laquelle CH^2O jouerait le rôle de la diastase tandis que HCl rendrait simplement le milieu favorable à la réaction. Comme il est permis de supposer, d'après Bayer, que l'aldéhyde formique est le premier produit de l'assimilation chlorophyllienne, on peut admettre ainsi que cette aldéhyde, ou mieux peut-être quelqu'un de ses produits de polymérisation, est l'agent de la transformation moléculaire du tanin dans les cellules végétales présentant des conditions de milieu convenables, ou la diastase qui donne naissance à la matière colorante rouge.

Les conditions de milieu sont, comme l'a montré Duclaux, prépondérantes dans les actions diastasiques, et une diastase, quoique présente, peut très bien rester inactive si les conditions spéciales de milieu ne sont pas réalisées.

C'est ce qui permet d'expliquer notamment : 1° la formation ou l'absence de couleur rouge chez certains fruits d'espèces voisines : exemple, les raisins rouges et blancs; 2° l'apparition ou l'absence de la couleur rouge automnale des feuilles de certains végétaux d'espèces voisines aussi : exemple, le chêne d'Amérique et le chêne de nos pays; 3° la coloration rouge que prennent, à une époque quelconque, des végétaux entiers ou quelques-unes de leurs parties seulement lorsqu'ils subissent des lésions accidentelles qui modifient les conditions physiologiques de la nutrition des cellules.

En somme, ce travail confirme la relation directe que j'avais déjà indiquée, et qui existe entre les tanins si répandus dans les végétaux et le développement des pigments rouges de nature tannoïde : il tend à éclairer, en outre, le mécanisme du phénomène en l'assimilant à une action diastasique qui donne naissance à une matière colorante rouge dérivant, sans doute, d'un noyau chromogène de nature phénolique que posséderaient tous les tanins.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Étude physiologique de quelques alcaloïdes de la Ciguë (Conium maculatum).* Note de MM. **J.-M. Albahary** et **K. Löffler**, présentée par M. Armand Gautier.

Le principe actif essentiel du *Conium maculatum* (Ciguë) est la cicutine ou conicine-*d*. Les travaux de Ladenburg, de Hofmann et de leurs élèves ont établi que cette base est une 2-propylpipéridine. Mais la Ciguë contient toujours, à côté de la cicutine, encore d'autres alcaloïdes en quantité moindre. Ce sont : la conhydrine, découverte par Wertheim en 1856; Ladenburg et Adam trouvèrent quelque temps après la pseudo-conhydrine; la méthylconicine et la γ-conicéine furent isolées un peu plus tard.

La conhydrine et la pseudo-conhydrine sont, quant à leur constitution, des oxy-conicines. La première de ces bases, ainsi que l'a démontré un de nous (¹), est un dérivé de l'α-méthylpipécolylalkine

```
          CH²
   H²C         CH²
                 /H
   H²C         C — CH² — CH.OH — CH³.
         AzH
```

La constitution de la pseudo-conhydrine n'a pas été encore déterminée, mais cette base doit évidemment contenir l'hydroxyle dans la chaîne latérale, car Willstätter (²) obtint, par son oxydation, l'acide α-pipécolinique.

Par la déshydratation de la conhydrine, il se fait une base lévogyre non saturée, la β-conicéine qui fond à 41° C. et qui doit être considérée comme une α-allylpipéridine, car elle est identique à l'allylpipéridine lévogyre que Löffler et Friedreich (³) ont obtenue par la réduction de

---

(¹) Karl Löffler, *Habilitationsschrift Univ. Breslau*, 1907.

(²) *Ber. chem. Gesell.*, t. XXXIV, p. 3166.

(³) *Ber. chem. Gesell.*, 1908.

l'α-pipécolylméthylalkine. C'est la base

$$\begin{array}{lcl} & CH^2 & \\ CH^2 & & CH^2 \\ & & \quad H \\ CH^2 & & -CH \quad CH - CH^3. \\ & AzH & \end{array}$$

La pseudo-conhydrine donne également, par l'élimination de 1^{mol} d'eau, une base non saturée qui est fortement dextrogyre, mais dont la constitution est différente de celle obtenue par la déshydratation de la conhydrine. Il s'ensuit que la pseudo-conhydrine ne peut être un isomère optique de la conhydrine, car dans ce cas les deux alcaloïdes devraient amener à la même conicéine non saturée

$$\begin{array}{lcl} & CH^2 & \\ H^2C & & CH^2 \\ & & \quad H \\ H^2C & & C - CH = CH.CH^3. \\ & AzH & \end{array}$$

Il reste donc encore pour la pseudo-conhydrine, les constitutions possibles suivantes :

$$\begin{array}{lcl} & CH^2 & \\ CH^2 & & CH^2 \\ & & \quad H \\ CH^2 & & C - CH^2 - CH^2 - CH^2.OH \\ & AzH & \end{array} \quad \text{ou} \quad \begin{array}{lcl} & CH^2 & \\ H^2C & & CH^2 \\ & & \quad H \quad CH^2.OH \\ H^2C & & C - CH \\ & AzH & \qquad CH^3 \end{array} \quad \text{ou} \quad \begin{array}{lcl} & CH^2 & \\ H^2C & & CH^2 \\ & & \quad H \quad CH^3 \\ H^2C & & C - C.OH. \\ & AzH & \qquad CH^3 \end{array}$$

Il serait difficile de déterminer laquelle de ces formules revient à la pseudo-conhydrine : si la chaîne latérale est droite, on obtiendrait la conicine par la substitution de l'hydroxyle par 1^{at} d'hydrogène, tandis que si cette chaîne est ramifiée il en résulterait une isopropylpipéridine.

On obtient la conicine-*l* par la réduction de l'α-allylpipéridine lévogyre qui dérive elle-même de la conhydrine.

La réduction de la base non saturée obtenue par déshydratation de la pseudo-conhydrine amène aussi à une base saturée dont la composition correspond à celle de la conicine, mais dont la constitution n'est pas encore déterminée.

L'étude chimique précédente est due surtout à l'un de nous (K. Löffler).

Il nous a paru intéressant d'examiner l'effet physiologique de ces substances et de comparer ensuite leurs réactions biologiques par rapport à leur constitution moléculaire.

Le *chlorhydrate de conhydrine*, injecté à un cobaye à la dose de 5^{mg} à 10^{mg} et même de 25^{mg} pour 100^{g} d'animal, ne produit aucun effet bien caractéristique; il faut arriver à 40^{mg} de cet alcaloïde pour produire une réaction physiologique mesurable. Nous voyons alors la température baisser de 1°,1 C. après 1 heure et le train postérieur tombe paralysé à ce moment. 1 heure et demie après l'injection, la température a diminué de 1°,5 C. et l'animal, pris de convulsion, tombe complètement paralysé, tandis que le thermomètre baisse toujours; 2 heures après le début de l'expérience, l'hypothermie atteint une différence de 2°,9 C. Après 50 minutes on voit la température remonter et la paralysie disparaître progressivement sans que l'animal ait manifesté les moindres symptômes d'asphyxie. Le lendemain, le cobaye paraît être en état normal et, après 8 jours, il continue à se bien porter.

Le chlorhydrate de *pseudo-conhydrine* produit un effet physiologique *absolument identique* à la dose de 40^{mg}, mais est moins toxique, car l'animal, tout en passant par le même degré d'hypothermie, n'est nullement paralysé et se remet à manger déjà 2 heures après l'injection.

Le chlorhydrate de β-*conicéine* est très toxique. Le cobaye, aussitôt après l'injection de 5^{mg} pour 100^{g}, est secoué par des tremblements généralisés; après 5 minutes, le train postérieur est paralysé; il y a émission d'urine. Après 9 minutes, on observe des convulsions avec symptômes manifestes d'asphyxie, et la mort survient rapidement (11 minutes) avec congestion du poumon et du foie.

Le sel de la *pseudo-conicéine*, à la dose de 15^{mg} pour 100^{g}, produit un effet tout à fait identique à 5^{mg} de β-conicéine; il est donc trois fois moins actif que son isomère.

Le sel de *conicine-d* est d'une toxicité moitié moins grande que le sel de β-conicéine, amenant la mort en 29 minutes avec 5^{mg} pour 100^{g} d'animal, accompagnée des mêmes effets toxiques.

Le sel de *conicine-l* est absolument semblable à son isomère dextrogyre quant à son effet physiologique, tandis que la conicine obtenue par la réduction de la pseudo-conhydrine et que nous désignerons en attendant sous le nom de *pseudo-conicine* ne provoque la mort qu'après 43 minutes, bien que les convulsions commencent, comme pour les isomères, exactement 23 minutes après l'injection.

Toutes les conicines provoquent une *hyperthermie*. Elle va jusqu'à 0°,7 C. pour la conicine-*l*.

Nous voyons donc que la stéréoisomérie des deux conicines ne comporte aucune différenciation des effets physiologiques.

Il résulte encore de nos expériences que la pseudo-conicine, tout en étant par ses caractères physiques identique à ses deux isomères, ne l'est plus au point de vue physiologique, et ce fait nous laisse entrevoir une différence de constitution entre cette base et ses isomères.

De l'action des deux conicéines nous pouvons conclure que la transformation d'un alcaloïde saturé en son isologue non saturé avec introduction

d'une double liaison exalte l'effet physiologique; tandis que l'entrée d'un hydroxyle dans la molécule produit l'effet contraire, une atténuation très grande de la toxicité, qui, dans notre cas, s'accompagne d'un effet hypothermique très prononcé.

Des recherches ultérieures nous démontreront si ces phénomènes comportent une généralisation.

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelle contribution à l'étude du sérum des animaux éthyroïdés.* Note de M. L. LAUNOY, présentée par M. Roux.

J'ai démontré dans une Note antérieure (¹) que chez un chien normal ou chez un chien complètement éthyroïdé depuis peu, mais n'ayant pas encore présenté de manifestations thyréoprives, l'injection de doses massives du sérum d'animaux de même espèce, complètement éthyroïdés depuis plusieurs jours, ne détermine pas de symptômes d'athyroïdie. Toutefois, dans le second cas on peut observer l'apparition d'attitudes catatoniques, immédiatement après l'injection; ces attitudes sont d'ailleurs de courte durée; dans les mêmes conditions, elles ne se produisent pas après injection de sérum d'animal sain.

J'ai pu me rendre également compte que l'injection sous-cutanée à doses progressivement croissantes de sérum de chien éthyroïdé, à des animaux jeunes ou adultes de même espèce, ne détermine aucun accident strumiprive aigu ni tardif, lorsque l'appareil thyro-parathyroïdien de l'animal en expérience est maintenu dans son intégrité.

Il n'en est pas de même quand les injections de sérum, répétées à courts intervalles, sont pratiquées par la voie sous-cutanée, à doses rapidement croissantes, sur des animaux jeunes (6 semaines à 2 mois) chez lesquels l'ablation partielle, unilatérale, de l'appareil thyro-parathyroïdien a été faite.

En elle-même l'ablation d'une glande et des glandules adjacentes ne cause pas de notable dommage aux animaux, et si par la suite ils restent chétifs, surtout les animaux femelles, il n'apparaît pas chez eux d'accidents aigus d'insuffisance parathyroïdienne.

Au contraire, lorsque chez des animaux ainsi préparés et complètement remis des suites immédiates (amaigrissement) de l'intervention, on procède

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLVII, 27 juillet 1908, p. 263.

tous les jours ou tous les deux jours à l'injection de sérum éthyroïdé, on peut voir s'établir des accidents très aigus. La symptomatologie de ces accidents cadre d'une façon frappante avec les phénomènes pathologiques qu'on est convenu d'interpréter, du point de vue expérimental, comme le résultat d'une insuffisance parathyroïdienne.

Ces accidents consistent en l'apparition de crises, quelquefois fréquentes surtout à la première période de l'état pathologique et dont le tableau est le suivant : la crise débute par de la parésie du train postérieur, l'animal tombe sur le flanc, les membres sont en extension, les muscles sont animés de secousses convulsives fibrillaires, le corps est souvent replié en pleurostotonos, on note de la dyspnée, l'animal pousse également parfois des cris excessivement aigus, prolongés. La crise dure une minute, quelquefois moins, au maximum une minute et demie.

Pendant la crise il n'y a pas d'émission d'urine, pas de salivation ; la crise terminée l'animal se relève et récupère aussitôt l'apparence d'un animal bien portant.

Cependant j'ai noté la persistance de la contracture des fléchisseurs des doigts, particulièrement marquée aux membres antérieurs ; une fois établie la contracture des fléchisseurs se maintient à l'état chronique alors même que l'animal s'est accoutumé aux injections de sérum et n'est plus sujet, sous leur influence, aux crises convulsives aiguës.

En dehors des crises on note également des contractures isolées des membres, du frémissement fibrillaire de certains groupes de muscles, des mouvements automatiques de grattage, de l'hyperesthésie plantaire, de la conjonctivite. Quelques-unes de ces manifestations rappellent le tableau clinique de l'épilepsie jacksonienne.

J'ai actuellement deux cas excessivement nets d'animaux ayant présenté les symptômes que je viens de décrire :

Dans une expérience (chien X. ♂ ; 6250g ; opéré le 19 mars et qui du 7 avril au 21 mai a reçu 571^{cm^3} de sérum) les symptômes d'insuffisance parathyroïdienne ont débuté à la sixième injection, l'animal avait alors reçu en 8 jours et en 5 fois 108^{cm^3} de sérum.

Dans une seconde expérience (chien R. ♂ ; 3270g) les symptômes d'athyroïdie ont débuté plus tardivement, ils ont surtout consisté en contracture des fléchisseurs des doigts, en parésie du train postérieur, en hyperesthésie plantaire, en mouvements convulsifs localisés ; je n'ai noté chez cet animal que de rares crises convulsives, jamais spontanées, mais pouvant apparaître à la suite d'un choc même léger et, d'une façon générale, à la suite d'une excitation périphérique inattendue.

Ces phénomènes peuvent-ils être interprétés comme résultant d'une action

toxique, spécifique, exercée par le sérum de chien éthyroïdé? Une telle conclusion, dans ce qu'elle a d'absolu, ne répondrait pas à l'enseignement de l'expérimentation.

En effet, chez un animal témoin (chien O ♂, 6150g, de la même portée que le chien N) j'ai observé, une seule fois à la vérité, des phénomènes convulsifs aigus, *à la suite d'injections répétées de sérum normal.*

Ainsi, il se peut, mais ce n'est là qu'une hypothèse, que les phénomènes d'insuffisance parathyroïdienne, survenant dans les conditions que j'ai énumérées, soient uniquement la conséquence d'une mauvaise utilisation des matériaux azotés brusquement introduits, en grande quantité, dans un organisme jeune en état d'hypothyroïdisme anatomique permanent et d'hypothyroïdisme physiologique latent.

Cependant, il est impossible de ne pas reconnaître que le sérum de chien éthyroïdé exerce une action particulièrement efficace dans la genèse des phénomènes de tétanie parathyréoprive étudiés dans cette Note.

ZOOLOGIE. — *Note sur une Carte indiquant la distribution océanographique des végétaux marins dans la région de Roscoff.* Note de M. L. **Joubin**, présentée par M. Yves Delage.

Ayant étudié depuis plusieurs années la répartition des végétaux marins sur la côte nord du Finistère, aux environs de Roscoff, je suis parvenu à dresser une Carte précise et détaillée des diverses zones qu'ils occupent sur le littoral. Je me suis servi comme base topographique des Cartes hydrographiques de la Marine et j'ai adopté la nomenclature des zones biologiques établies par M. Pruvot. L'un des préparateurs de la station de Roscoff, M. Danois, a bien voulu m'aider dans ce travail en allant faire des relevés sur divers points accessibles seulement en bateau.

La région représentée dans ma Carte se compose de deux parties très différentes : l'une, la pointe de Roscoff, fait une saillie rocheuse au Nord vers le large; elle se termine par l'île de Baz et elle est entourée d'un cordon d'innombrables écueils. Toute cette partie est très exposée aux grands vents et aux grosses mers. L'autre, au contraire, est une baie profonde servant d'estuaire à la Penzée ou rivière de Saint-Pol-de-Léon; elle est abritée, vaseuse, bordée de grandes plages coupées de rocher. Le contraste est frappant entre ces deux régions juxtaposées, aussi n'est-il pas étonnant de voir l'action de la mer y produire des effets variés. Les végétaux marins s'y

répartissent en zones qui, tout en occupant des niveaux constants par rapport à la hauteur des marées, se traduisent par des variations considérables de leur richesse et de leur composition, selon qu'ils sont exposés à des conditions océanographiques différentes. Il en résulte des aspects très divers de la végétation marine sur un espace relativement restreint.

Dans les basses mers des grandes marées on voit apparaître à sec la partie supérieure de la zone des *Laminaires;* on peut, par temps calme, les distinguer jusque sur les fonds de 15^{m} à 20^{m} pourvu que le sol soit rocheux, car ces Algues ne se trouvent jamais sur le sable. J'ai indiqué sur ma Carte, par une teinte plate, la partie de cette zone venant à sec et, par la même teinte en pointillé, celle qui est toujours immergée. Il est à noter qu'on rencontre accidentellement des Laminaires au-dessus de leur niveau normal dans de petites mares n'asséchant pas et abritées de la lumière. Cette zone des Laminaires est particulièrement développée sur toute la partie nord de la côte orientée vers le large; elle diminue à mesure qu'on pénètre dans la baie abritée et cesse complètement dès l'entrée de l'estuaire, même sur les roches bien disposées pour les supporter, en raison de la petite quantité d'eau douce et de la vase en suspension dans le chenal.

Au-dessus des Laminaires, on trouve une zone très nette formée par une Algue, *Himanthalia lorea*, qui les surmonte à peu près parallèlement, sur fond rocheux. Mais ces Algues résistant moins aux coups de mer disparaissent sur les points trop battus, de même qu'elles ne pénètrent pas dans l'estuaire. On les trouve dans les petites anses, derrière les écueils, où la mer est suffisamment agitée, surtout par les courants de marée, mais non sur les brisants. Leur répartition est donc plus restreinte que celle des Laminaires.

Au-dessus vient la zone des *Fucus* qui correspond au niveau moyen du balancement des marées; ces Algues ne vivent que sur la roche, mais elles n'y sont pas assez solidement fixées pour résister aux coups de mer; aussi cette zone est-elle presque complètement dénudée au nord de l'île de Baz et la roche sous-jacente dégarnie. C'est à peine si, dans les coins un peu protégés, on trouve de maigres touffes de *Fucus*. Au contraire, toute la partie de la côte protégée par l'île, sur la face abritée des écueils, sur la côte de l'estuaire, les *Fucus* prospèrent et couvrent les rochers. On les suit très loin sur les berges rocheuses de la Penzée jusqu'au point où la marée cesse de se faire sentir.

Au-dessus des *Fucus* se trouve une bande étroite, mais très nette et très constante, partout présente, sauf en quelques points par trop battus, composée exclusivement par *Pelvetia canaliculata*. Ces Algues sont placées assez haut pour ne pas être mouillées par la mer pendant les marées de morte eau; on suit le cordon qu'elles forment sur la roche, au-dessus des *Fucus*, sur toute la côte jusque dans la rivière.

Dans les points les plus battus et exposés aux grands vents du large, les *Pelvetia* manquent ainsi que les *Fucus;* on trouve alors à leur place des Lichens crépus, noirs, attachés solidement en plaques aux rochers; ce sont les *Lichina*. Ils couvrent de grandes plaques sur les écueils, sur le nord de l'île de Baz. De même que les *Pelvetia*, je les ai représentées par une teinte spéciale sur ma Carte.

Sur les plages alternant avec les rochers, les Algues sont remplacées par de grands

herbiers de *Zostères*, les uns sur fond vaseux dans l'estuaire de la Penzée où ils couvrent des surfaces immenses, correspondant au bas du niveau des *Fucus* et à celui tout entier des Laminaires; ils se prolongent assez loin au-dessous du zéro des marées; j'ai représenté par une teinte plate leur partie asséchante et par du pointillé leur partie immergée. Des herbiers analogues couvrent les plages de sable seulement au niveau des Laminaires. Les moindres cailloux isolés dans ces herbiers se couvrent de grosses touffes de *Laminaria saccharina*.

J'ai représenté sur ma Carte les gisements d'Ulves développés sur les points où se produisent des infiltrations d'eau douce, de *Chondrus crispus* exploités pour le commerce, de Lithothamnion exploités sous le nom de *Marl* comme engrais.

J'espère que cette Carte détaillée et tout à fait nouvelle de la distribution océanographique des végétaux marins rendra service aux botanistes et zoologistes qui fréquentent la station biologique de Roscoff.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Études sur le cancer des Souris. Y a-t-il un rapport entre les différentes mutations connues chez les Souris et la réceptivité à la greffe?* Note de MM. **L. Cuénot** et **L. Mercier**, présentée par M. A. Dastre.

Quand on greffe à des Souris une tumeur bien définie, telles que la tumeur B de l'Institut Pasteur ou la tumeur Jensen, de Copenhague, le pourcentage des réussites varie dans des limites très étendues. Il y a au moins deux modalités possibles de cette variation.

1° Si la tumeur provenant d'un laboratoire ou d'un pays déterminé est greffée à des Souris de pays plus ou moins éloignés, le nombre des réussites peut être nul, ou très faible par rapport à ce que donneraient des Souris élevées dans le laboratoire ou le pays d'origine. Il est bien connu, par exemple, que les Souris de Copenhague sont plus réceptives à la tumeur Jensen que les Souris de Berlin ou de Londres (Michaelis, Haaland, Bashford-Murray, Cramer, etc.). On peut se demander si cette résistance à la greffe est définitive, s'il y a des races géographiques plus ou moins réfractaires, ou si, au contraire, comme le pense Borrel, la résistance est temporaire et cesse par adaptation des cellules greffées aux nouvelles Souris porte-greffes.

2° Les Souris offrent de très nombreuses mutations qui ont été définies avec précision par l'un de nous [1], de sorte qu'il peut exister 128 races de Souris, différant l'une de

[1] L. Cuénot, *L'hérédité de la pigmentation chez les Souris* (5e Note) (*Arch. zool. expér.*, 4e série, t. VI, 1907; *Notes et Revue*, p. 1).

l'autre par au moins un déterminant du plasma germinatif (par exemple, Souris grise sauvage, Souris blanche, noire, jaune, valseuse ou à marche normale, panachée ou à robe uniforme, à yeux noirs ou à yeux rouges, etc.). La majorité des auteurs (Michaelis, L. Loeb, etc.) pensent qu'il y a une relation entre la réussite des greffes et les races; certaines d'entre elles seraient réfractaires d'une façon absolue ou relative; nous citerons par exemple l'opinion de Bridré qui a étudié tout récemment la tumeur B dans le laboratoire de Borrel : « ... la race des Souris a une grande importance : les Souris grises donnent une proportion de succès très inférieure à celle qui est fournie par les Souris blanches; et le passage chez les Souris grises atténue la virulence de la tumeur pour les Souris blanches ».

Disposant d'une collection presque complète des races possibles de Souris, nous avons cherché à résoudre ces divers problèmes : M. Borrel a eu la grande amabilité de nous envoyer de l'Institut Pasteur deux Souris *blanches* portant chacune une greffe bien développée de tumeur B (adéno-carcinome à cellules cylindriques).

Avec l'une de ces tumeurs, nous inoculons 12 Souris de races variées : 2 greffes seulement prennent (sur une Souris grise et sur une jaune à yeux rouges), ce qui donne 16,6 pour 100 de réussites, alors que Bridré a obtenu à l'Institut Pasteur, avec la même tumeur, mais sur Souris blanches, jusqu'à 100 pour 100 de succès.

L'une des porte-greffes (Souris jaune à yeux rouges) est tuée 70 jours après l'inoculation (tumeur du volume d'une noix qui ne pousse bien que depuis 1 mois); des fragments de la tumeur sont inoculés à 30 Souris, d'âge comparable aux premières et également de races variées. Nous avons obtenu cette fois 60 pour 100 de réussites et la poussée des greffes a été bien plus rapide : 1 mois après l'inoculation, les tumeurs étaient déjà grosses comme des noix. D'autres séries nous ont donné un pourcentage de 65 et 68 pour 100; il est bien probable que ce niveau se maintiendra désormais.

Il y a donc, entre les Souris de Paris et de Nancy, une différence qui se traduit au début par une réceptivité différente et par la lenteur de la poussée : cette différence s'efface rapidement, c'est-à-dire qu'il y a acclimatement de la tumeur à l'organisme nouveau, comme le dit très justement Borrel. La variation de réceptivité est-elle en rapport avec les diverses mutations des Souris, ou est-elle liée à quelque chose d'invisible, qui ne peut être qu'une influence générale du milieu? Nos expériences répondent d'une façon concluante par la négative quant à la première question : nous avons pratiqué les greffes d'une façon systématique sur toutes les races de Souris que nous possédions, et aucune d'elles ne s'est montré réfractaire, ni d'une façon absolue, ni d'une façon relative. Il y a eu des réussites chez

toutes. Voici la liste des mutations essayées (entre parenthèses est indiquée la formule héréditaire de la race, c'est-à-dire la liste de ses déterminants: pour explications sur ce point spécial, voir la Note de Cuénot citée plus haut):

Grise	(CGMF)	Golden agouti	(CGMD)
Grise à ventre blanc	(CG'MF)	Golden agouti à ventre blanc	(CG'MD)
Noire	(CNMF)	Chocolat	(CNMD)
Jaune	(CJMF)		
Fauve yeux rouges	(CGEF)	Gris perle	(CNEF)
Fauve yeux rouges, ventre blanc	(CG'EF)	Café au lait	(CNED)
		Albinos variées	(A....)

Ajoutons encore à cette liste que la mutation panachure (P), superposée aux diverses mutations de couleur, n'a pas plus d'effet que celles-ci sur la réussite des greffes.

Donc, le faible pourcentage de la série du début n'est pas dû au transport de la tumeur B d'une Souris blanche sur des Souris colorées; il tient à une différence invisible, qui existe entre les Souris de Paris et de Nancy. L'idée la plus naturelle est de penser que c'est le résultat du régime alimentaire, qui varie suivant les laboratoires; mais il est bien possible que ce soit quelque chose de plus complexe.

Quant à l'adaptation rapide de la tumeur B de Paris à une nouvelle race géographique (Nancy), c'est un phénomène qui se passe évidemment dans les cellules cancéreuses elles-mêmes: nous nous proposons de rechercher plus tard si ce changement dans leur chimisme ne s'accompagne pas de modifications morphologiques.

EMBRYOGÉNIE. — *Sur le bourgeonnement expérimental et spécialement la production d'une tête supplémentaire chez* Saccocirrus. Note de M. **Aug. Michel**, présentée par M. Henneguy.

Au cours de recherches effectuées à la Station zoologique de Naples sur le bourgeonnement chez les Annélides, j'ai été à même de faire quelques observations sur une Archiannélide, *Saccocirrus papillocercus*.

Dans les conditions défavorables de l'élevage estival, la plupart des animaux de cette espèce meurent bientôt par l'envahissement d'une gangrène qui débute surtout par des boursoufflures du corps et de l'intestin. Mais,

dans deux cas, ces boursouflures ont au contraire conduit, en s'accroissant, à des bourgeons latéraux, qui ont atteint en longueur à peu près la largeur du corps, soit chez ces individus petits $\frac{1}{3}$ de millimètre, taille presque de même ordre que l'extrémité normale, d'où des formes bifurquées du corps avec l'intestin. Dans l'un des cas, au bout de quelques jours, le bourgeon encore court présente à son extrémité deux prolongements étalés à droite et à gauche, et bientôt au milieu apparaissent deux yeux, sous forme de petits points noirs et de mieux en mieux caractérisés; cette partie médiane devient saillante en lobe céphalique, et les prolongements, plus allongés et manifestant des mouvements d'abaissement brusque de chaque côté, se font reconnaître pour des antennes; sur le corps du bourgeon agrandi, par l'apparition de plis ventraux et leur extension sur les flancs, se dessinent six anneaux. Mais, au bout de deux semaines, une régression régulatrice s'esquisse par la diminution des antennes; l'animal est alors fixé et son étude par coupes permet de préciser l'état de ce bourgeon : la métamérisation, d'avancement égal, n'est guère encore indiquée que par les inflexions de la paroi; l'intestin cilié s'étend jusqu'au bout; néanmoins, je n'ai pas pu y découvrir d'orifice buccal, mais seulement un très petit enfoncement aveugle de la paroi qui représente peut-être un début de stomodaeum; le mésoderme pénètre dans le lobe céphalique et s'y prolonge de chaque côté vers la base de l'antenne correspondante; une ébauche nerveuse se reconnaît dans l'épiderme ventral, avec une substance ponctuée profonde; cette substance se montre aussi à l'épiderme du lobe céphalique, mais elle ne paraît pas encore reliée à la précédente; pas encore d'ébauches de néphridies ou de bulbes sétigères. Dans l'autre cas, la nouvelle formation, qui paraît être plus qu'une simple saillie d'après sa longueur, sa forme acuminée et la manifestation de quelques mouvements propres, n'a pas développé d'appendices permettant de reconnaître une tête ou une queue.

Quelques individus ayant réussi à s'acclimater, même après mutilation, ont pu reformer la queue après sectionnement, et même renouveler une seconde fois cette régénération provoquée. Sur ce bourgeonnement caudal, je me bornerai actuellement à quelques indications de morphologie externe. Quelques jours après la section, le pygidium est reconstitué avec sa fourche adhésive; puis, devant lui, commence à se dessiner une métamérisation et, une semaine environ après l'opération, quelques anneaux nouveaux deviennent distincts à la partie antérieure du régénérat. Pour l'aspect extérieur de la régénération caudale, c'est en somme chez cette Archiannélide le type bien connu chez les Annélides proprement dites.

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge des minerais de fer de la forêt de Lorges (Côtes-du-Nord).* Note de M. F. **Kerforne**, présentée par M. A. Lacroix.

La région située entre les massifs granitiques de Quintin et de Ploeuc, que recouvre dans sa plus grande étendue la forêt de Lorges, est occupée par le Précambrien, le Dévonien et le Carboniférien. D'après l'hypothèse adoptée pour la Carte géologique, le Dévonien reposerait en transgression sur le Précambrien, mais le contact a lieu nettement par faille et le Grès blanc à *Orthis Monnieri* Rou. vient au Nord en contact direct avec celui-ci. Quant au Carboniférien, il paraît, à moins de failles multiples que l'état des affleurements ne permet pas de constater, reposer en discordance sur le Dévonien plissé et arasé. A l'exception du lambeau de schistes fossilifères du Bodéo, on n'a pu distinguer sur la Carte les différents termes du Dévonien, et même M. Barrois [1] a admis la présence dans ce complexe d'étages plus anciens, étant donnée la présence de certains minerais de fer (le Pas, Bas Vallon), qui lui ont paru appartenir à un autre niveau.

L'étude que je viens de faire de cette région m'a permis de préciser certains niveaux et de rapporter au Dévonien inférieur tous les minerais de fer qui s'y trouvent, y compris ceux du Pas et de Bas Vallon.

Le Dévonien est formé des *schistes et quartzites inférieurs*, du *grès blanc à O. Monnieri* (le Pas, Bosse de la Hutte) et de *schistes coblenciens* ou plus récents (le Bodéo). Les schistes et quartzites ont le facies bien connu de la région classique de la rade de Brest. A leur partie supérieure ils présentent ordinairement une modification importante : ils sont constitués par des schistes noirs, argileux, tendres et traçant, ressemblant aux Ampélites du Gothlandien, surtout lorsqu'ils sont altérés, et le résultat ultime de leur altération est souvent aussi une argile noirâtre et même blanche; ils contiennent de rares petits bancs quartziteux noirs; aux abords du granite, ils se chargent de chiastolite. C'est dans ces schistes que se trouvent intercalées le plus souvent les couches de minerai de fer, en particulier dans le nord de la région (le Pas, Bas Vallon): au Sud, au contraire (la Butte-Rouge, près Uzel), elles sont dans des schistes et quartzites typiques et ont pour mur des schistes et pour toit de gros bancs quartziteux. Le grès blanc dévonien fossilifère repose sur les schistes ampéliteux à couches de minerai. J'ai trouvé, en particulier, *Orthis Monnieri* Rou. et des *Lamellibranches* à quelques mètres au-dessus de la couche d'Hématite du Pas et à la Bosse de la Hutte, non loin de Bas Vallon. Ces minerais sont donc dévoniens, car

[1] Ch. Barrois, *Légende de la feuille de Saint-Brieuc*, 1895; *Le bassin du Menez-Belair* (*Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXII, p. 199).

il faudrait, pour qu'il n'en soit pas ainsi, retirer du Dévonien tous les schistes et quartzites de la région, si semblables cependant à ceux de Saint-Gelven et du Finistère, qui contiennent des fossiles caractéristiques, et le faire débuter au *grès blanc à O. Monnieri*. Dans le Finistère, du reste, on trouve souvent, comme ici, des schistes ampéliteux plus ou moins développés entre les schistes et quarzites et le grès blanc.

Ces minerais dévoniens sont constitués presque partout par de l'hématite, à Bas Vallon par de la magnétite et une chlorite à structure oolitique : la *bavalite*. Il y a lieu de signaler, comme l'a fait M. Barrois (¹), au voisinage de celle-ci, la présence de roches diabasiques; ce sont des roches à grands cristaux; elles ont, près de Bas Vallon, l'allure de petits massifs et elles recoupent le Dévonien. Un autre fait à noter est que les schistes encaissants de la bavalite ne contiennent pas de chiastolite comme ceux de l'hématite du Pas et paraissent, par suite, être en dehors de la zone influencée par le granite; mais ils contiennent quelquefois de petites oolites argileuses, comme la bavalite elle-même.

GÉOLOGIE. — *Sur la répartition des Halobies dans le Péloponèse occidental.* Note de M. **Ph. Négris**, présentée par M. Henri Douvillé.

Dans une Note précédente (3 août 1908), nous avons reconnu *Halobia cassiana* et *H. styriaca* Mojs. dans la nappe de charriage du Péloponèse, au mont Ithôme, composée ici d'une série isoclinale, dont l'axe est formé de calcaires en plaquettes (CP), avec jaspes, enveloppés par une série jaspique avec intercalations calcaires, puis par une formation de grès, puis de nouveau par une formation de calcaires en plaquettes (CP). Je signalais en même temps des lambeaux de la série jaspique autour de la formation de grès. Depuis j'ai eu l'occasion de vérifier la composition de cette nappe au nord du Péloponèse, au-dessus du calcaire crétacé-éocène, dit de *Tripolitsa*. En suivant le versant sud du Chelmos, du col de Kalavryta-Soudena à l'Ouest, au col de Chelmos-Dourdouvana à l'Est, par Mazi, on observe invariablement de haut en bas la succession suivante :

Calcaire en plaquettes }
Jaspes } appartenant à la nappe.
Grès }
Calcaire de Tripolitsa appartenant au substratum.

(¹) Ch. Barrois *in* Lacroix, *Minéralogie de la France et des Colonies*, t. I, 1895, p. 400.

On remarque cependant que les formations de grès et de jaspe se coincent souvent par étirage. Cela nous permet de compléter les résultats obtenus au mont Ithôme. Les lambeaux de jaspes, qui se trouvent autour de la formation de grès sur cette montagne, ne sauraient être, d'après ce qui précède, que les vestiges de la formation jaspique, qui aurait existé autour de la formation de grès, et ainsi, en comblant les lacunes, on aurait au mont Ithôme la même succession qu'au mont Chelmos, quatre fois répétée, c'est-à-dire deux fois dans l'ordre direct et deux fois dans l'ordre inverse, et les isoclinaux ne seraient que des anticlinaux renversés. Le gisement des Halobies se trouve ici, au mont Ithôme, dans des bancs calcaires intercalés dans la formation jaspique, à la limite de celle-ci et de la formation de grès, à laquelle elle passe par alternance des deux formations : cela autorise à conclure que la formation de grès représente les étages les plus bas du système triasique, tandis que la formation jaspique, du moins dans ses parties inférieures, représente l'étage supérieur ou carnique.

C'est encore dans la partie inférieure de la série jaspique que j'ai rencontré *Halobia cassiana* Mojs. (déterminée par M. Th. Scouphos), dans la nappe au nord du Péloponèse, cette fois dans des bancs de jaspe vert, tout pétris d'Halobies, sur la route de Patras à Kalavryta, au-dessus du village Dendra. La nappe ici, à allure plutôt tranquille, enveloppe le substratum fortement disloqué, et un peu plus loin, au *Charri de Papantoni*, on a une surface de discontinuité très facile à observer des hauteurs environnantes.

Mais si les *Halobies* apparaissent dans la nappe au mont Ithôme, comme sur la route de Patras-Kalavryta, il n'en est plus de même de l'*Halobia superba* découverte par M. Carl Renz, contre le village de Bouboucaki sur le mont Lycodimo, dans le golfe de Messénie. Ici les couches à *Halobies* appartiennent au substratum, sans que le doute soit possible. Ce dernier est composé de calcaires en plaquettes marneux, avec jaspes et schistes verts, souvent fortement redressés et recouverts en discordance très nette par la nappe, réduite ici à son terme supérïeur, c'est-à-dire aux calcaires en plaquettes : cependant les jaspes de la nappe réapparaissent plus haut sous les calcaires, de manière a ne laisser aucun doute qu'il s'agit d'une lacune, fréquente partout où la nappe a été replissée avec son substratum après le charriage. Ici, en effet, le substratum a été énergiquement atteint par le plissement ONO éocène, qui l'a redressé, peut-être même renversé.

Le plissement a disjoint la nappe, en agissant différemment sur les diverses formations dont elle est composée, d'après leur élasticité, si bien que celles-ci ont joue les unes par rapport aux autres, en produisant au contact des brèches caractéristiques et en se déplaçant en retrait les unes par rapport aux autres.

Les couches à *Halobies* au Lycodimo recouvrent, peut-être par renver-

sement, comme il a été dit plus haut, une série puissante formée de bancs calcaires grenus roses ou jaunes, légèrement bréchoïdes, avec intercalations de lits de jaspe et de schistes verts. Cette série, sans doute mésozoïque, se termine à la base par un calcaire fragmentaire, comme si ce banc avait été broyé sous l'effort des pressions. Puis vient une série isoclinale alternativement formée de calcaires en plaquettes et de jaspes appartenant visiblement à la nappe (quoique le passage ici du substratum à la nappe ne soit pas bien net) et fortement redressés. Cependant le terme gréseux de la nappe n'apparaît pas.

Toutes ces circonstances peuvent être interprétées de la manière suivante : le charriage de la nappe qui a eu lieu à la limite entre le Lutétien moyen et le Lutétien supérieur, comme je l'ai montré ici même (Emersion crétacée en Grèce, 27 novembre 1905), a été accompagné de plis ONO du substratum qui ont crevé la nappe à Bouboucaki, en produisant des lacunes par étirement.

Beaucoup plus tard, à la fin du Miocène, lors des plissements pindiques ou NNO, la nappe s'est trouvée prise entre les plis rigides du Taygète d'une part, des conglomérats puissants du Péloponèse occidental d'autre part : serrée fortement entre ces deux chaînes et composée elle-même de diverses formations de rigidité variable, elle s'est séparée par décollement, suivant la stratification, entre le grès inférieur et les jaspes; les deux termes supérieurs calcaires et jaspes se sont plissés seuls en faisceaux serrés et redressés jusqu'à la verticale. La direction de ces faisceaux qui est NS généralement, au Lycodimo, passe au Nord vers Trypes au NNE et au NE : cela trahit la présence d'un obstacle NE de ce côté contre lequel les plis pindiques se dévient, et en effet j'ai retrouvé ce pli NE sur le Taygète, en terrain cristallin, vers Georgitsa et plus bas en terrain crétacé, se dirigeant précisément vers le nord du mont Lycodimo.

Enfin rappelons que M. Carl Renz a trouvé *Halobia styriaca* au-dessus de Prostovitsa, dans l'Olonos, dans des schistes quartzeux calcarifères. Je ne saurais dire si ce gisement appartient à la nappe ou au substratum, n'ayant pas visité le gisement. Un peu à l'est, au mont Astras, j'ai constaté l'existence de la nappe sur un substratum mésozoïque, ce qui fera l'objet d'un second Mémoire.

MÉTÉOROLOGIE. — *Effluves lumineux continus pendant un orage à l'île Lifou (îles Loyalty).* Note [1] de M. **Nicolas**, présentée par M. J. Violle.

Le 4 juillet 1908, à 3h du matin, je suis réveillé par un violent orage qui éclate brusquement comme il est coutume ici. La pluie tombe en trombes d'eau véritables, recouvrant rapidement le sol d'une nappe d'environ 0cm, 5 de hauteur. Les éclairs et le tonnerre se succèdent avec rapidité.

A 4h30m, la pluie, qui continue à tomber avec force, diminue cependant un peu de violence; la foudre se tait et les éclairs sont remplacés par de véritables effluves électriques analogues aux lueurs de quelque gigantesque lampe à arc dont la marche serait irrégulière. Je les comparerais encore volontiers aux étincelles de haute fréquence, sauf qu'elles ne s'accompagnaient d'aucune crépitation sèche comme le font celles-ci.

Ces effluves, qui se dégagent de partout, durent 20 à 40 secondes, cessent pendant 2 à 3 secondes, et ainsi de suite jusqu'à 6h du matin. Elles disparaissent rapidement devant l'aurore (le lever du jour était ce matin-là vers 6h40m). La pluie diminue graduellement, elle aussi, pour cesser à 8h.

Pendant toute la durée des effluves, les détonations de la foudre étaient remplacées par un très sourd et lointain roulement continu.

En outre, de nombreuses secousses sismiques se produisaient, assez légères, il est vrai; l'une d'elles cependant, vers 5h du matin, fut assez forte pour actionner la sonnerie d'un réveil.

Ce phénomène d'effluves lumineux, qui a duré 1 heure 30 minutes sans discontinuer, a été observé simultanément et de façon identique par moi-même qui me trouvais au lieu dit Mou, à une extrémité de l'île, et à la Résidence, à 80km de là, par ma femme, Mme Nicolas. Il est donc très vraisemblable que ces lueurs se dégagèrent de la surface totale de l'île (115000ha).

Il me fallut user d'autorité pour faire sortir de sa case un indigène à mon service qui, glacé de peur, y était encore réfugié une heure après la fin du phénomène.

Je me borne à exposer les faits sans chercher à les expliquer. Mais je ne puis m'empêcher de rapprocher de ces phénomènes la constitution madré-

---

[1] Reçue dans la séance du 28 septembre 1908.

porique des îles Loyalty formées de coraux soulevés hors de l'eau par de nombreuses poussées successives volcaniques sous-marines. De fréquentes secousses sismiques semblent prouver que ce travail n'est pas actuellement terminé. Enfin, je rappelle le voisinage des Hébrides et notamment de l'île Tanna avec le volcan Yasava encore en activité.

OCÉANOGRAPHIE. — *Sur un genre particulier de fond marin dans l'étang de Thau.* Note de M. L. **Sudry**.

Les Cartes de la Marine nos 5172 et 10059 et les *Instructions nautiques* signalent, vers le milieu de l'étang de Thau, des aiguilles *madréporiques*. *Les madrépores* ont reçu des pêcheurs cettois le nom de *pilotis*, les aiguilles celui de *cadoules*, et ils appellent *planières* les fonds de *pilotis* qui s'étendent en surface sans s'élever en hauteur.

Les cadoules, au nombre de plusieurs centaines, ayant chacune la forme d'un monticule isolé, se rencontrent seulement dans la partie la plus profonde et la plus vaseuse de l'étang, surtout à l'ouest de Roquerols et en face du château de Villeroi. Leur niveau est toujours supérieur à celui de la vase qui les environne par une profondeur de 9^m à 10^m; certaines parviennent jusqu'à 3^m et même 2^m au-dessous des basses eaux; la superficie de chacune d'elles est très petite et leur pente dépasse parfois 30°. Leur hauteur est donc de 6^m environ.

Elles sont constituées par une agglomération de serpules dont les tubes calcaires enchevêtrés servent de support et d'abri à une riche faune de mollusques, d'échinodermes et d'ascidies.

Les mollusques sont particulièrement abondants au sommet de la cadoule et les serpules sont à découvert sur les flancs. Les vides que laissent entre eux les tubes calcaires sont remplis : au sommet par des débris de coquilles, à la base par une vase noire et fétide en partie agglutinée en globules difficiles à désagréger, ayant environ $\frac{1}{3}$ de millimètre de diamètre, et qui sont les *excreta* des serpules et de certains mollusques. Il résulte de 10 analyses faites de ces fonds que les grains minéraux [fragments de coke, de houille, de brique, scories, quartz, biotite, muscovite (rare), tourmaline] constituent à peine quelques millièmes de la totalité des échantillons.

La faune des cadoules, surtout sur les flancs, possède une allure plus franchement marine que celle du reste de l'étang. Les analyses d'échantillons d'eaux recueillis en août et septembre 1908 montrent que, la densité des eaux de surface étant 1,02680, la densité, à 10^m de profondeur, au pied

d'une cadoule, est 1,02774, ce qui correspond à une différence de teneur en sel de 1g,2 par kilogramme en faveur des eaux du fond.

Les serpules ont dû commencer à se développer sur des pierres ou sur des coquilles à demi enfouies dans la vase. La partie centrale de l'agglomération des tubes, plus éloignée de la vase, s'est accrue plus rapidement que les bords, de sorte que l'ensemble a pris la forme d'un monticule plus ou moins conique.

L'interdiction des dragages protège l'existence des cadoules où quatre cents pêcheurs environ se livrent à la pêche des mollusques. Peut-être des supports artificiels installés dans les intervalles séparant entre elles les cadoules ou même dans les parages de l'étang où cette formation fait défaut, faciliteraient-ils le développement des serpules, ce qui aurait pour résultat l'augmentation des fonds peuplés de mollusques comestibles.

SISMOLOGIE. — *Tremblements de terre à Constantine.* Note de **M. P. Martel**, présentée par M. J. Violle.

Depuis 15 ans que j'habite Constantine j'ai constaté de fréquentes secousses; personne ne s'en préoccupait; d'ailleurs dans toute l'Algérie on en ressent souvent. Ainsi à Bougie, où j'ai habité 5 ans, je me souviens d'une secousse assez forte en 1890, à 7h environ du soir. Cette secousse avait ébranlé la maison que j'habitais et occasionné la rupture d'une ferme du toit.

Pour en revenir à Constantine, en 1907 il y a eu plusieurs secousses. En 1908, on en ressentit une très forte en février, puis de faibles, jusqu'au 18 juin où, pendant la nuit, il y en eut une de 2 à 3 secondes vers 1h30m. Après, de temps à autre, des tremblements insignifiants jusqu'à celui de la nuit du 3 au 4 août.

Cette année, depuis la fin des pluies en avril, nous avons eu une température très chaude et surtout du siroco, 2 ou 3 jours de suite, puis un peu de vent du Nord et reprise du siroco 2 jours après. Cela a duré ainsi en mai, juin, juillet, août, septembre et octobre.

Or, le dimanche 2 août, la première fois depuis avril, le temps s'est couvert; brusquement à 2h de l'après-midi, un orage a éclaté très violent; il a plu, tonné, etc. de 2h à 6h, avec une obscurité comme rarement il y en a pendant l'orage.

Le lendemain 3, quelques faibles secousses dans la matinée; mais la nuit à $2^h 20^m$, une secousse terrible qui a duré près de 10 secondes. Toutes les maisons ont été ébranlées : dans les étages supérieurs les plafonds sont tombés : les murs se sont lézardés; des cheminées ont été culbutées. Toute la ville a ressenti la secousse qui allait du Sud-Est au Nord-Ouest; mais c'est dans la partie haute que la secousse a été la plus forte : des maisons se sont écroulées et il y a eu des victimes.

Les jours suivants, les secousses ont continué et l'on en comptait de 20 à 30 par jour. Le 24 août, nouvelle secousse très forte, puis arrêt, pour recommencer à la fin du mois et dans les premiers jours de septembre.

Le reste du mois de septembre a été assez tranquille, sauf dans les derniers jours, où il y a eu quelques secousses plus fortes qui ont continué jusqu'au 3 octobre : en ce jour, à $3^h 30^m$, secousse violente comme celle du 3 août bien que moins longue. Depuis, jusqu'à aujourd'hui (10 octobre), nous avons encore constaté trois ou quatre secousses assez violentes, dont une le 6 à 7^h du soir et une autre le 9 à la même heure. Couché ou assis, on sent un frémissement continuel. Il est vrai qu'on est dans un état nerveux bien compréhensible.

M. **Hayot** adresse une Note intitulée : *Aéroplane à équilibre automatique.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

MM. **Tosi** et **Bellini** adressent une Note intitulée : *Les ondes dirigées en télégraphie sans fil.*

(Renvoi à l'examen de la Section de Physique.)

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 NOVEMBRE 1908.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse ampliation du décret portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. *Bouty* pour occuper, dans la Section de Physique, la place vacante par suite de l'élection de M. *Henri Becquerel* au Secrétariat perpétuel.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Bouty** prend place parmi ses Confrères.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Mes chers Confrères, la série de nos deuils continue. Ce sont les Confrères chargés de gloire et d'années qui nous quittent. Aujourd'hui c'est le collègue que nous connaissions tous pour son aménité, pour sa bienveillance, pour sa bonté, pour cette exquise courtoisie qui est déjà d'un autre siècle, et chez lequel le monde savant tout entier reconnaissait le continuateur de Cuvier et le maître incontesté de la Paléontologie.

Albert Gaudry a consacré toute sa vie à cette science. Il l'a étudiée sur les matériaux que d'autres avaient déjà accumulés, ou qu'on lui envoyait de toutes parts, puis sur ceux que ses brillantes explorations de l'Attique et plus tard des Montagnes Rocheuses lui ont permis de recueillir et qui ont été le matériel énorme classé par lui dans les nouvelles galeries du Muséum.

Il n'a pas été seulement un collectionneur, il s'est élevé à la conception des lois qui sont l'expression des faits communs et il a formulé le principe de la continuité dans l'apparition des espèces nouvelles.

J'adresse à sa mémoire le témoignage ému de la déférence, de la sympathie, de l'admiration de ses Confrères.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Caractères de la couche supérieure de l'atmosphère gazeuse du Soleil.* Note de M. **Deslandres.**

Dans le courant de cette année, avec le concours de d'Azambuja et Burson, j'ai pu réaliser l'enregistrement complet de la couche supérieure de l'atmosphère gazeuse du Soleil. Cette couche avait été déjà décelée en 1892 et 1893, et sur le disque entier de l'astre, avec les radiations exceptionnelles H ou K, attribuées au calcium (¹); mais son image exacte n'avait pas encore été isolée et séparée de l'image des couches plus basses qui sont aussi les plus brillantes. Or, en raison de sa hauteur plus grande, cette couche doit être moins dépendante des phénomènes de la surface qui sont les seuls étudiés et relevés depuis longtemps; elle offre un intérêt exceptionnel, d'autant que la couche correspondante de l'atmosphère terrestre est encore inconnue.

Pour assurer l'exposé clair des résultats, je rappellerai d'abord brièvement la série des couches superposées qui ont été jusqu'ici distinguées dans le Soleil. La principale est la surface qui nous éclaire, et est, selon toute vraisemblance, un nuage de particules incandescentes. Ses détails principaux, taches, facules, granulation, sont photographiés journellement depuis un demi-siècle.

L'atmosphère, révélée par les éclipses totales, comprend, à partir de la surface, la chromosphère formée, comme notre atmosphère, de gaz et de particules, et la couronne, constituée presque exclusivement par des particules. Or, la couronne est encore inaccessible en dehors des éclipses; et si

(¹) J'ai annoncé le premier, en 1892, l'existence de la petite raie noire qui décèle cette couche, et, en 1893, sa présence sur tous les points du disque solaire.

Ces raies H et K sont émises par tous les composés du calcium, mais depuis longtemps Lockyer a admis qu'elles sont dues non au calcium lui-même, mais à un composant plus léger, le calcium étant dissocié dans le Soleil.

l'on excepte quelques résultats récents, notre impuissance est presque aussi complète à l'égard des particules de la chromosphère.

Seuls les gaz et vapeurs chromosphériques peuvent être étudiés en tout temps; de 1868 à 1892, ils ont été relevés par la méthode de Janssen et Lockyer, au bord solaire extérieur et à une certaine hauteur au-dessus de la surface. Puis, de 1892 à 1894, j'ai montré qu'ils peuvent être décelés et photographiés à toutes les hauteurs, et dans la demi-sphère entière tournée vers la Terre, avec le spectrographe ordinaire et surtout le spectrohéliographe. Il suffit d'isoler une quelconque des nombreuses raies noires du spectre solaire pour photographier les formes et les mouvements de la vapeur correspondante. Parmi toutes ces raies, la raie K, qui est la plus large, a des propriétés précieuses, de même que la raie voisine H. Elle est doublement renversée et se divise en trois composantes distinctes, de largeurs décroissantes, qui sont : (*a*) les parties de la raie, larges et noires, du côté rouge et du côté violet, appelées K_{1v} et K_{1r}; (*b*) les deux raies centrales brillantes, souvent dissymétriques, K_{2v} et K_{2r}, et (*c*) la raie noire assez fine, K_3 (voir la figure 1 ci-dessous). Or, ces trois composantes représentent trois couches superposées de la vapeur qui s'annonce comme étant la plus élevée; car la raie K_3, dans les protubérances du bord, est plus haute que toutes les autres et même que la raie rouge H_α de l'hydrogène.

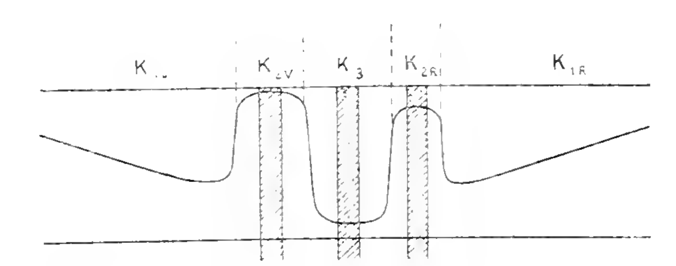


Fig. 1. — Courbe des intensités de la lumière dans le spectre à l'emplacement de la raie K.

Avec la surface et les trois divisions du calcium, on a donc quatre couches superposées, que j'appellerai S, K_1, K_2 et K_3. L'image de K_1 est facile à obtenir, mais jusqu'à présent les couches moyenne et supérieure du calcium, K_2 et K_3, étaient photographiées confondues. La seconde fente des spectrohéliographes employés contenait à la fois les raies K_{2v}, K_3 et K_{2r}; et l'image obtenue, que j'appellerai K_{23}, était le mélange de K_2 et K_3, auquel s'ajoutait souvent une petite portion de la couche K_1. Or, cette année, avec un grand spectrohéliographe d'un type spécial, à trois fentes et très dispersif, j'ai pu, aidé par d'Azambuja, isoler uniquement soit la raie K_3, soit l'une des

composantes de K_2, comme l'indique la figure ci-contre, où la fente est représentée par des hachures. On obtient ainsi l'image de K_3 et aussi l'image de K_2, bien pure et exempte de toute lumière étrangère.

Chaque jour, à Meudon, autant que le permettent l'état du ciel et la pénurie du personnel, on enregistre les images de K_3 et K_2 avec le grand spectrohéliographe [1], de K_{23} et K_1 avec le petit spectrohéliographe, de S avec un photohéliographe et aussi les vitesses radiales de K_3 et K_2 avec un spectro-enregistreur des vitesses. Les formes et les mouvements sont relevés dans les quatre couches.

Or, dans les quatre derniers mois, le beau temps a prévalu et a permis de faire une belle série d'épreuves qui s'étend au moins sur quatre rotations entières de l'astre. J'ai pu ainsi, en comparant la nouvelle couche aux trois autres, reconnaître quelques-unes de ses propriétés essentielles et compléter les deux Notes précédentes des 10 août et 7 septembre (même Tome, p. 334 et 467).

La surface S a comme détails principaux les taches noires et aussi les facules brillantes, plus nombreuses, qui sont liées souvent aux taches et ne sont bien visibles qu'au bord.

La couche K_1 au-dessus, appelée aussi *couche renversante*, offre les taches avec leurs ombre et pénombre bien marquées, et un développement plus grand des facules qui sont aussi brillantes au centre qu'au bord.

Avec la couche moyenne K_2, les changements sont plus grands. Les facules prennent une grande extension; à leur emplacement, on a des plages brillantes, plus larges qu'elles, et tout autour, sur le disque entier, des masses brillantes plus petites, appelées *réseau faculaire*, *réseau chromosphérique*, *flocculi*. Les taches n'ont plus de pénombre et disparaissent en partie, masquées par la vapeur de calcium.

Si l'on passe à la couche supérieure K_3, les variations s'accentuent dans le même sens. Les taches ont presque complètement disparu, et, lorsqu'une portion d'elles subsiste, elle est à peine noire et difficile à distinguer [2]. Les plages brillantes au-dessus des facules, de leur côté, sont encore agrandies, et avec cette particularité que les maxima de lumière, assimilables à des

---

(1) Les épreuves du grand spectrohéliographe ont été faites en partie avec l'aide de Croze, licencié ès sciences, qui est venu faire un stage à l'Observatoire.

(2) Parfois, du point qui, dans la plage faculaire, correspond à la tache, partent de petites lignes, droites, noires, courtes et fines qui forment des sortes de rayons; parfois aussi, ces lignes sont brillantes et alors plus longues.

crêtes ou à des pics, y ont souvent une distribution différente. Quant aux plages plus petites qu'on pourrait appeler *flocculi moyens*, l'extension de leurs bords est bien sensible, d'autant que les petits *flocculi* de K_2 font en général défaut ou sont beaucoup plus faibles ([1]). L'image K_3 est ainsi formée de points brillants plus gros qui se détachent sur un fond relativement plus sombre, et à première vue se distingue de l'image K_2.

En même temps, sur les images K_3, les noirs et les blancs se groupent de manière à former des files régulières, invisibles ou peu visibles sur les autres couches, et qui, dans leur ensemble, constituent un phénomène nouveau. Ainsi le caractère principal des images K_3 est l'apparition, au milieu des flocculi brillants, de lignes longues, noires, souvent très noires, que j'ai appelées *filaments*, parce qu'elles font l'effet de fils, plus ou moins gros ([2]) et courbes, posés sur une surface brillante. En général, le filament est prolongé de chaque côté jusqu'aux bords par des lignes similaires, moins nettes, moins continues, appelées *alignements*; et, comme l'alignement persiste avec le filament pendant plusieurs jours, il est légitime de supposer qu'il fait le tour entier de l'astre et forme un anneau fermé dans l'atmosphère ([3]). D'ailleurs, lorsqu'on regarde de près une image nette, on distingue d'autres alignements plus fins qui, dans leur ensemble, constituent un véritable réseau. La figure ci-contre reproduit les réseaux d'alignements de quatre jours différents ([4]). On y voit que, sur certains points, les alignements se coupent et

---

([1]) Les petits flocculi manquent peut-être parce que les colonnes verticales de vapeur, qui sont supposées leur correspondre, ne s'élèvent pas jusqu'à la couche supérieure.

([2]) Parfois, mais beaucoup plus rarement, le fil est assez gros et court, et l'on a une sorte de plage noire, à bords tranchés.

([3]) Dans une Note précédente, j'ai émis l'idée que les alignements pouvaient être de longs tourbillons à axe horizontal. On aurait ainsi dans l'atmosphère solaire de gigantesques anneaux tourbillons, fermés sur eux-mêmes, comme la théorie l'exige.

([4]) Ces alignements ont des différences autres que celles basées sur leur éclat, et qui peuvent tenir à ce qu'ils sont à des hauteurs différentes dans l'atmosphère ou à des phases différentes de leur évolution. Ces distinctions seront mieux précisées avec des images plus grandes que les images actuelles qui dépassent rarement 4^{cm} de diamètre. L'alignement, lorsqu'il est bien noir, a souvent l'aspect d'une cassure, d'une faille, à bords tranchés, qui persiste ainsi pendant plusieurs jours. Il reprend ensuite peu à peu l'éclat normal et parfois en s'élargissant d'une manière très notable, les bords devenant dégradés; parfois aussi, de chaque côté, apparaissent des sortes de filaments brillants, qui diminuent et s'écartent progressivement comme s'ils se repoussaient l'un l'autre. De même les deux moitiés d'une tache qui se divise semblent se repousser. Il est possible que les deux phénomènes soient dus à des causes similaires.

se réunissent en grand nombre; ces points privilégiés sont des *nœuds d'alignements*.

Déjà, dans les deux Notes précédentes, j'ai signalé des filaments et alignements relevés depuis 1893, et même avec des dessins à l'appui. Mais ces relevés sont incomplets, étant faits sur des images K_{23} qui sont la réunion des images K_2 et K_3, et ne donnent que certains alignements et parmi ces alignements les plus gros. Hale et Michie Smith ([1]) ont aussi signalé brièvement et en passant quelques filaments relevés sur leurs épreuves K_{23} et appelés par le premier de ces savants *longs flocculi noirs du calcium*.

En fait, la couche K_3 bien isolée montre seule avec netteté le réseau complet des filaments et alignements, et l'on s'en rend compte en juxtaposant l'image de K_{2v} ou de K_{2r}, qui, en général, ne présente pas ou présente diminués les principaux alignements de K_3. D'ailleurs, parfois, l'image de K_2 offre de son côté des alignements non retrouvés dans K_3, mais ordinairement plus fins et plus difficiles à distinguer. Enfin, outre ces alignements noirs et fins, la couche K_3 présente aussi souvent de grandes plages noires très larges, à limites indécises, et également intéressantes; les unes, situées autour des facules, ont déjà été signalées et nommées *circumfacules*; les autres semblent liées aux filaments ou même en être indépendantes. Toutes ces particularités des couches supérieures doivent fixer notre attention.

En réalité le filament est à la couche atmosphérique supérieure ce que la tache est à la surface et à la couche basse K_1. Il se détache comme la tache, en noir sur un fond brillant ([2]), et parfois il persiste aussi, comme elle, à la même place ou à une place très voisine pendant plusieurs rotations de l'astre. J'ai noté un filament qui, tout en changeant de longueur et de forme, a occupé, au moins pendant trois périodes de rotation, la même position par rapport à une tache qui s'est maintenue aussi dans le même intervalle. A côté de ce filament, un nœud d'alignements s'est montré pendant deux rotations.

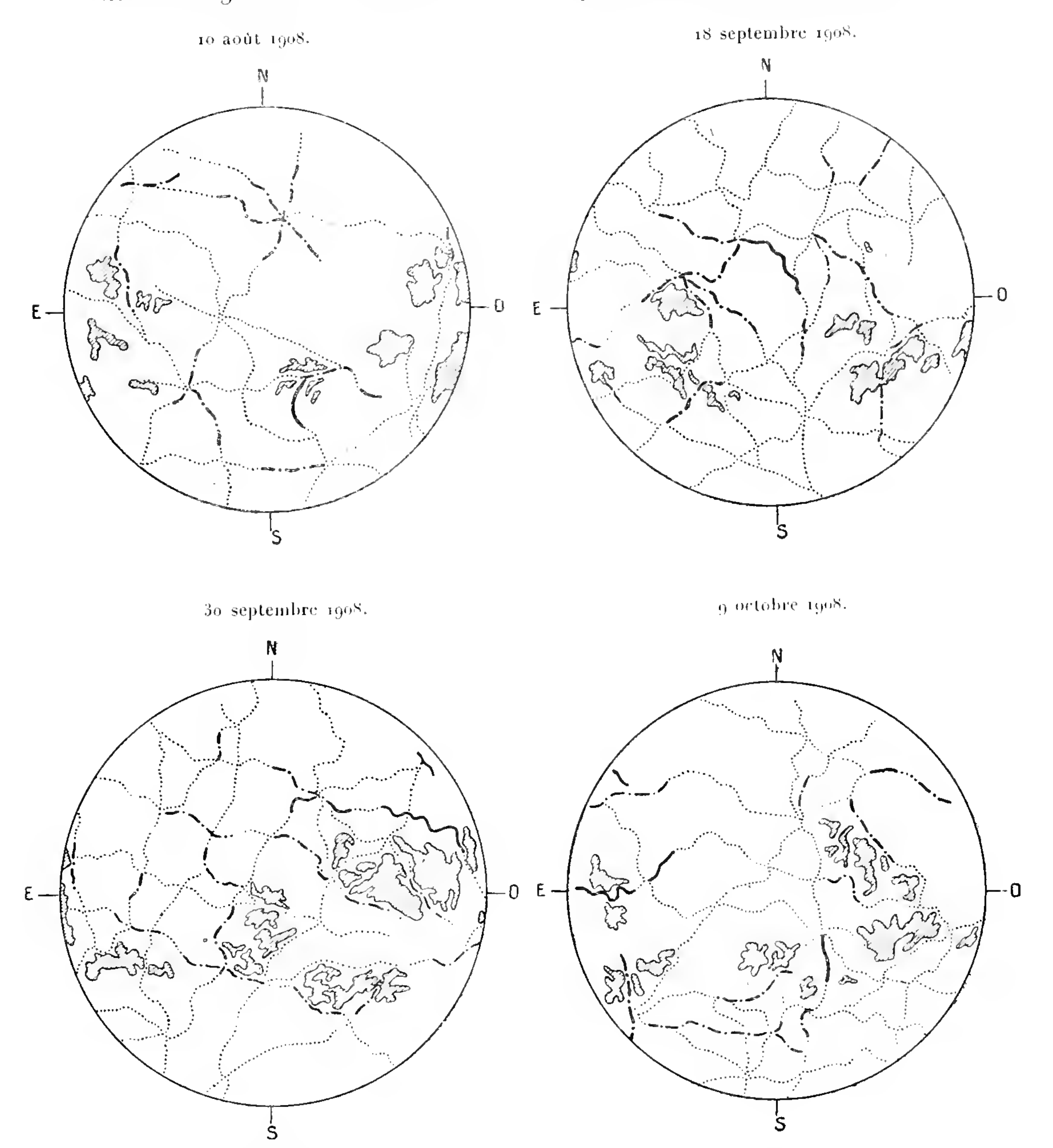
En outre, le filament et la tache, chacun dans leur couche particulière, subissent des variations notables, que ne présentent pas au même degré les parties voisines, et avec des alternatives de repos et de mouvement. A ces

---

([1]) Voir Hale et Ellerman, *Publications of the Yerkes Observatory*, Vol. III, Part I, p. 19, et Michie Smith, *The Observatory* (*Comptes rendus de la séance de mai* 1907 *à la Société royale astronomique*).

([2]) Dans cet ordre d'idées, si les filaments correspondent aux taches ordinaires, les alignements moins nets peuvent correspondre aux pores ou aux taches voilées.

Réseau d'alignements relevé dans la couche supérieure de l'atmosphère solaire.



Les traits noirs pleins correspondent aux alignements noirs, continus et très nets, appelés *filaments*; les traits discontinus aux alignements similaires moins nets, et les traits pointillés aux alignements encore moins visibles et parfois discontinus. Les parties hachées sont les plages brillantes faculaires les plus larges.

perturbations on peut rattacher la présence fréquente de protubérances dans le voisinage des deux objets. Les protubérances n'apparaissent pas en général sur la tache, mais sur la facule qui les entoure; de même, d'après nos observations [1], elles se rencontrent non sur le filament lui-même, mais dans son voisinage et en général d'un seul côté.

En résumé, cette première étude impose l'idée que les taches et les filaments, bien qu'opposés en quelque sorte, doivent faire partie d'un même grand système et être liés intimement ensemble et à la circulation générale de l'atmosphère. Déjà, dans une Note précédente, j'ai supposé que les taches étaient des tourbillons à axe vertical et les alignements des tourbillons connexes à axe horizontal; et, en effet, souvent le long d'un filament, les vitesses radiales observées impliquent de semblables mouvements. Mais cette première conception, étroite à certains égards, peut être élargie comme il suit : les alignements, d'une manière générale, jalonnent les surfaces de discontinuité du vecteur vitesse dans le champ de l'atmosphère solaire, et ces surfaces sont le siège de perturbations et aussi de mouvements tourbillonnaires plus ou moins inclinés par rapport à la surface et qui, s'ils lui restent parallèles, peuvent s'étendre très loin.

Les faits observés s'expliquent bien si l'on suppose l'atmosphère solaire divisée en cyclones et anticyclones, analogues à ceux de notre Terre, et représentés respectivement par les taches ou facules et les alignements. Tout autour de la tache les vapeurs se rapprochent en tourbillonnant, s'élèvent au-dessus de la tache, qui est le centre du cyclone, et ensuite redescendent près de l'alignement où se rencontrent les vapeurs issues de cyclones différents. Comme les vitesses y sont différentes, on a tous les éléments d'une perturbation locale et même d'un tourbillon horizontal; ce qui, de plus, explique les protubérances du voisinage. La ligne noire qui constitue l'alignement est due à la basse température des vapeurs descendantes qui, étant plus froides, exercent une absorption plus forte.

Les questions soulevées sont évidemment complexes; elles ne seront bien élucidées que par une observation du phénomène continue et complète, et avec l'appui de recherches théoriques analogues à celles d'Helmholtz sur les mouvements tourbillonnaires [2]. Il faut donc enregistrer sans arrêt les

---

[1] Je rappelle que, sur nos épreuves de K_3, les protubérances apparaissent avec le même temps de pose que les vapeurs projetées sur le disque. Même on peut souvent décider si la protubérance est en avant du bord, ou sur le bord, ou en arrière.

[2] Les propriétés des lignes et tubes tourbillons pourront éclaircir plusieurs points

quatre couches et surtout la couche supérieure qui a les variations les plus rapides et ouvre un monde nouveau de faits.

Ces recherches solaires pourront fournir des indications précieuses à la météorologie terrestre, qui n'a pas encore exploré les parties supérieures de notre atmosphère. A ce point de vue, je signale les analogies que présentent le réseau d'alignements noirs, relevés dans l'atmosphère solaire, et le réseau de lignes noires fines appelées *canaux de la planète Mars*. Il est possible que les deux phénomènes soient dus aux mêmes causes.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la métamorphose des glucosides cyanhydriques pendant la germination*. Note de M. **L. Guignard**.

Les glucosides contenus dans les graines sont généralement considérés comme des substances de réserve, susceptibles d'être utilisées, au même titre que les sucres, pendant la germination, et de concourir à la nutrition de la plante durant les premières phases de son développement. A vrai dire, cette opinion s'appuie plutôt sur une analogie de composition que sur l'expérience, et, en ce qui concerne spécialement les glucosides cyanhydriques, on ne possède pas encore, à ma connaissance, de données précises sur leur métamorphose au cours de la germination.

J'ai montré, il y a quelque temps, que, dans le Sureau noir [1], les feuilles renferment, au moment de leur chute à l'automne, une proportion de glucoside cyanhydrique à peu près aussi élevée qu'à la période de leur plein épanouissement; ce composé n'émigre pas dans la tige et reste dans la feuille qui tombe. On pourrait donc se demander, au premier abord, si, dans cette

---

parmi les nombreux points obscurs du sujet. Par exemple les gaz qui, en rasant la surface, se rapprochent du centre cyclonique, doivent, par le frottement contre cette surface, former des lignes tourbillons qui enserrent le centre et s'en rapprochent. L'anneau tourbillon spécial ainsi constitué a un mouvement propre qui est dirigé de haut en bas et est arrêté par la surface; mais, pour les points extérieurs voisins de l'anticyclone, la vitesse dérivée des tourbillons est dirigée de bas en haut. On comprend que les cyclones soient surtout développés dans les couches basses et les anticyclones dans les couches élevées.

[1] L. Guignard, *Nouvelles observations sur la formation et les variations quantitatives du principe cyanhydrique du Sureau noir* (*Comptes rendus*, 26 décembre 1905, p. 1194-1196).

plante, le corps en question représente réellement une substance nutritive.

Plus récemment, en recherchant ce qui se passe chez d'autres végétaux à acide cyanhydrique, M. Treub [1] a constaté que, chez une quarantaine d'espèces appartenant à des genres différents, cultivées au Jardin botanique de Buitenzorg, les principes cyanhydriques disparaissent des feuilles avant leur chute, excepté dans une seule espèce, l'*Indigofera galegoides*, qui présente par conséquent la même particularité que le *Sambucus nigra*.

Si donc on fait abstraction de ces deux cas, qui pour le moment restent exceptionnels, on peut dire que les glucosides cyanhydriques constituent effectivement des substances nutritives pour la plante qui les produit. Il est possible, d'ailleurs, que leur rôle varie plus ou moins suivant leur constitution.

Une autre remarque peut être faite au sujet de la répartition de ces composés chez les plantes où ils prennent naissance : tandis que, dans nombre de cas, on les rencontre aussi bien dans la graine que dans les organes végétatifs, plusieurs espèces, au contraire, telles que le Sureau noir, le Groseillier rouge, le Sorgho, etc., n'en renferment pas trace dans la graine.

I. Pour étudier la façon dont les principes cyanhydriques se comportent dans la graine en voie de germination, aucune espèce ne paraît être plus favorable que le *Phaseolus lunatus* L., surtout si l'on dispose de variétés particulièrement riches en glucoside (phaséolunatine ou linamarine), comme plusieurs de celles qui proviennent de Java et qui fournissent, d'après mes recherches antérieures [2], jusqu'à 3^{g} ou 4^{g} d'acide cyanhydrique par kilogramme, quantité supérieure à celle que donnent ordinairement les amandes amères même très riches en amygdaline. De plus, les graines de cette espèce ont l'avantage de germer rapidement et d'une façon assez uniforme, quand elles ne sont pas trop âgées, ce qui n'est pas le cas des amandes amères même récentes et de la plupart des autres graines à principe cyanhydrique.

En raison du nombre assez élevé des graines nécessaires aux expériences, celles que j'ai employées appartenaient à plusieurs lots différents, dont la teneur respective en phaséolunatine n'était pas identique, mais correspon-

---

(1) M. Treub, *Nouvelles recherches sur le rôle de l'acide cyanhydrique dans les plantes vertes* (II) (*Annales du Jardin botanique de Buitenzorg*, 2e série, t. VI, 1907, p. 79-106).

(2) *Le Haricot à acide cyanhydrique*, etc. (*Bulletin des Sciences pharmacologiques*, 1906).

dait à des quantités élevées d'acide cyanhydrique, variant de 0g,318 à 0g,410 pour 100.

Dans chacun de ces lots, les graines destinées au semis étaient choisies aussi semblables que possible quant au poids, puis on en prélevait 25 pour le dosage de l'acide cyanhydrique, d'après la méthode indiquée dans mes recherches antérieures.

Les germinations, faites dans un mélange de terreau et de sable, ont eu lieu comparativement, pour chaque lot, à l'obscurité et à la lumière, sous de grandes cloches noircies ou non, dans lesquelles l'air pouvait facilement circuler; les premières étaient placées dans l'endroit le plus sombre de la serre qui servait aux expériences et dont la température variait de 22° à 25°, les Haricots de Java employés exigeant pour leur développement une température plus élevée que nos Haricots indigènes.

A l'obscurité, une dizaine de jours après le semis, les plantules atteignent une longueur moyenne de 30cm; elles portent, au-dessus des cotylédons encore en place, mais partiellement épuisés, deux premières feuilles qui n'ont que 3cm à 4cm de largeur (on sait que, chez les Haricots, ces deux premières feuilles sont opposées et simples, tandis que les suivantes sont isolées et composées trifoliolées). Une quinzaine de jours après, elles ont environ 45cm de hauteur; les cotylédons sont complètement épuisés et la période germinative proprement dite a pris fin. Les plantules étiolées continuent de s'allonger de plus en plus lentement pendant quelques semaines et ne forment que trois ou quatre très petites feuilles composées. Celles qui n'ont été analysées qu'au bout d'un mois avaient en moyenne 60cm de longueur.

A la lumière, les tiges, relativement plus courtes et plus robustes, ont des feuilles une fois plus grandes que celles des plantules étiolées, dès la fin de la première semaine; les cotylédons verdâtres s'épuisent plus lentement et ne tombent qu'un peu plus tard.

Dans les plantules développées à l'obscurité, l'acide cyanhydrique trouvé au dosage ne pouvait provenir que du glucoside existant dans les graines; au contraire, dans celles qui croissaient à la lumière, une partie plus ou moins notable de cet acide était due, à partir d'un certain âge, à l'action de la chlorophylle, puisqu'il prend naissance dans les feuilles, comme M. Treub l'a montré, dès que la fonction chlorophyllienne s'exerce.

Comme quelques-unes des graines ne germaient pas ou que plusieurs offraient un certain retard dans leur germination, on choisissait pour chaque dosage de l'acide cyanhydrique un même nombre de plantules semblables, soit 25, qu'il suffisait de broyer tout entières (y compris les cotylédons quand ils n'étaient pas encore tombés) et de laisser macérer pendant quelque temps dans l'eau avant la distillation.

Le Tableau ci-joint indique les résultats obtenus à divers stades du développement. Dans chaque lot considéré isolément, les graines ayant très sensiblement le même poids, la quantité d'acide cyanhydrique fournie par les plantules a été rapportée à celle que donnaient 100 graines sèches du

même lot. Bien que la richesse des graines en principe cyanhydrique fût variable d'un lot à l'autre, comme l'indique la colonne III, les chiffres obtenus avec chacun d'eux n'en représentent pas moins la marche de la disparition du glucoside, à l'obscurité, avec autant de netteté que si, dans les cinq lots, les graines employées avaient offert la même teneur en glucoside.

Les chiffres consignés dans le Tableau ne traduisent pas simplement les résultats fournis par deux cultures faites simultanément, l'une à l'obscurité, l'autre à la lumière, avec chacun des cinq lots de graines; ils représentent les moyennes obtenues, pour chaque lot, dans plusieurs expériences comparatives.

Lots de graines.	Durée du développement		CAzH fourni par		Déficit en CAzH	
	à l'obscurité. I.	à la lumière. II.	100 graines. III.	100 plantules. IV.	à l'obscurité. V.	à la lumière. VI.
N° 1...	10 jours	»	0,172 g	0,131 g	23,84 pour 100	»
	»	10 jours	0,172	0,133	»	22,68 pour 100
2...	15	»	0,144	0,106	26,39	»
	»	15	0,144	0,117	»	18,75
3...	20	»	0,180	0,129	28,34	»
	»	20	0,180	0,157	»	12,78
4...	25	»	0,170	0,116	31,77	»
	»	25	0,170	0,151	»	11,18
5...	30	»	0,194	0,131	32,48	»
	»	30	0,194	0,174	»	10,26

A l'obscurité, la proportion d'acide cyanhydrique obtenue et, par suite, celle du glucoside qui lui donne naissance diminuent d'environ $\frac{1}{4}$ pendant la période germinative proprement dite. Cette diminution continue dans la suite, mais plus lentement; au bout d'un mois, comme l'indique le dosage des plantules du lot n° 5, la proportion de glucoside disparue atteint sensiblement $\frac{1}{3}$ de la quantité primitive contenue dans la graine.

Il y a donc, comme on pouvait s'y attendre, une destruction progressive du glucoside; mais, contrairement à ce qu'on aurait pu supposer, les $\frac{2}{3}$ de la phaséolunatine se retrouvent encore dans les plantules étiolées une quinzaine de jours après la fin de la période germinative.

A la lumière, sa disparition commence à être compensée dès le dixième jour, par suite de la synthèse de l'acide cyanhydrique sous l'influence de la chlorophylle, et cette formation dans les feuilles s'accentue de plus en plus dans la suite du développement.

2. Il n'était pas sans intérêt de rechercher si, pendant la germination, la destruction du glucoside s'accompagne d'une mise en liberté d'acide cyanhydrique, par suite de l'action de l'enzyme accompagnant la phaséolunatine dans la graine. Aucune observation n'a encore été faite à ce point de vue sur les graines à principe cyanhydrique. D'autre part, les recherches de M. Greshoff sur le *Pangium edule* et celles de M. Treub sur cette même plante et sur le *Phaseolus lunatus* semblent montrer que l'acide cyanhydrique peut exister, dans les organes végétatifs, en partie à l'état libre ou *presque libre*. Toutefois, en ce qui concerne la seconde espèce, des observations plus récentes ont conduit M. Treub (¹) à apporter une certaine restriction à cette hypothèse. En effet, si l'on traite des feuilles fraîches par l'alcool absolu bouillant, dans le but de tuer l'enzyme qu'elles renferment, on ne retire plus, par distillation, qu'une quantité très faible d'acide cyanhydrique. Mais il en est autrement avec le *Pangium*, car la feuille traitée de la même façon donne une proportion d'acide cyanhydrique qui atteint, en moyenne, la moitié de la quantité obtenue par distillation directe; ce qui « n'est guère compréhensible que par la présence de composés cyanhydriques moins stables que les glucosides (ou bien de CAzH) ».

Bien que, dans la graine du *Phaseolus*, l'acide cyanhydrique n'existe que sous la forme de phaséolunatine, on pouvait néanmoins se demander si pendant la décomposition du glucoside, due vraisemblablement à l'action de l'enzyme sur ce composé, il n'est pas possible de constater la présence d'acide cyanhydrique libre. Pour cette recherche, il fallait nécessairement s'adresser aux plantules étiolées développées à l'obscurité, afin d'être à l'abri de l'intervention de la chlorophylle.

Dans un vase contenant 600$^{cm^3}$ d'alcool absolu maintenu à une température très voisine de son point d'ébullition, on fait tomber, par fragments coupés dans la vapeur d'alcool, une vingtaine de plantules âgées de 10 jours, en ayant soin de les immerger aussitôt complètement. Cette opération a pour but de tuer sur-le-champ l'enzyme et de l'empêcher de réagir sur le glucoside. Le liquide refroidi est séparé des organes devenus cassants. Distillé au bain-marie, l'alcool qui doit contenir l'acide cyanhydrique libre, s'il en existe, est additionné de quelques gouttes d'une solution de potasse à $\frac{1}{20}$ et soumis de nouveau à la distillation, afin de rechercher ensuite dans le résidu l'acide cyanhydrique à l'état de cyanure. Cette recherche donne un résultat négatif. Par une expérience faite comparativement avec la même quantité d'alcool absolu, additionnée d'une très minime quantité d'acide cyanhydrique, on s'était assuré que ce dernier,

(¹) M. Treub, *Nouvelles recherches sur le rôle de l'acide cyanhydrique dans les plantes vertes*, p. 98.

après transformation en cyanure alcalin, peut être facilement retrouvé dans le résidu de la distillation.

Il semble donc que, si l'acide cyanhydrique prend naissance pendant la germination, par l'action de l'enzyme sur la phaséolunatine, il disparaît aussitôt formé pour entrer dans de nouvelles combinaisons.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le sucre total du sang.* Note [1] de MM. **R. Lépine** et **Boulud.**

Nous avons dit (*Comptes rendus*, 27 juillet 1908) que si l'on traite par l'acide fluorhydrique le caillot (obtenu par la cuisson du sang en présence de sulfate de soude) il s'en dégage une très notable quantité de sucre, que nous nommons *virtuel*, et qui, ajouté au sucre de l'extrait de sang (le seul dont on tenait compte jusqu'ici), donne le sucre *total* du sang [2]. En continuant nos recherches nous avons pu nous convaincre que dans le sang du chien et de l'homme la proportion du sucre virtuel, par rapport au sucre total, est presque toujours très considérable, et qu'elle varie notablement suivant les conditions dans lesquelles se trouve l'animal. C'est ce que montrait l'expérience que nous avons publiée dans notre Note du 27 juillet, et ce que montre l'expérience suivante, plus complète :

Beau Chien de chasse, sain et neuf, n° 2753.
On lui retire quelques centimètres cubes de sang.

	Pouvoir réducteur	
	immédiat.	après chauffage de l'extrait en présence de l'acide fluorhydrique pendant 20 heures.
Sang artériel	0g,80	2g,08

Le sucre virtuel est 2g,08 — 0g,80 = 1g,28; ce qui fait 61 pour 100 du sucre total.
Aussitôt on lui injecte 25cm³ d'eau salée physiologique (sérum d'Hayem) radifère à

(1) Reçue dans la séance du 23 novembre 1908.

(2) Une faute d'impression s'est glissée dans notre Note : au lieu de 500cm³ pour dissoudre le caillot, lire 50cm³.

10 pour 100, c'est-à-dire renfermant 2,5 microgrammes de radium [1], ce qui fait 0,11 microgramme par kilogramme.

Dix minutes après cette injection [2] :

	Pouvoir réducteur	
	immédiat.	après chauffage de l'extrait en présence de l'acide fluorhydrique pendant 20 heures
	g	g
Sang artériel	1,24	3,24

Le sucre virtuel est 2g ; ce qui fait encore 61 pour 100 du sucre total.

Deux heures et demie plus tard (2h 45m après l'injection) :

Sang artériel	0,46	2,08

Le sucre virtuel est 1g,62, ce qui fait 77 pour 100 du sucre total.

Le lendemain :

Sang artériel	0,98	2,40

Le sucre virtuel est 1g,42 ; cela fait 58 pour 100 du sucre total.

Dans un certain nombre de cas le chauffage au bain-marie, pendant 20 heures, ne suffit pas pour obtenir tout le sucre virtuel. Voici deux cas comme exemple :

Chien 2751, sain et neuf :

Sang artériel	0,98	1,60
» après 1 heure à 39° ..	0,88	2,40

Chien 2750, ayant reçu 1 heure auparavant 0g,25 par kilogramme de phlorizine dissoute dans de l'alcool, en injection sous-cutanée :

Sang artériel	0,94	1,57
» après 1 heure à 39° ..	0,54	2,42

Il est clair que 1g,60 et 1g,57 sont beaucoup trop faibles. Nous eussions dû trouver, respectivement, plus de 2,40 et 2,42 ; car, dans ces deux sangs, dont le pouvoir glycolytique ne pouvait pas être affaibli [3], il a dû se perdre

(1) Ce liquide nous a été obligeamment fourni, en tube scellé, par M. Jaboin, docteur en Pharmacie (voir *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 1908, p. 472-475).

(2) Pour le pouls, la température, etc., voir notre Note dans les *Comptes rendus de la Société de Biologie* du 21 novembre 1908.

(3) M. Barral et l'un de nous ont dit, il y a plusieurs années, que le pouvoir glycolytique du sang n'est pas diminué après l'administration de la phlorizine.

nécessairement une certaine quantité de sucre pendant leur séjour à 39°. Si nous avons trouvé moins, c'est que 20 heures de chauffe, en présence de l'acide fluorhydrique, n'ont pas suffi à détruire la combinaison. Il a fallu, pour la détruire, que le sang ait été *préparé*, en quelque sorte, par un séjour *in vitro* (¹).

Parfois 4 heures de chauffe en plus, c'est-à-dire 24 heures au lieu de 20 heures, donnent beaucoup plus de sucre. La libération de ce dernier ne se fait donc pas d'une manière régulièrement progressive; mais, à certain moment, d'une manière brusque, et ce moment peut ne survenir qu'après plus de 20 heures de chauffe.

D'autre part, il est des cas où l'on trouve moins de sucre au bout de 20 heures de chauffe qu'après 8 heures seulement. Voici un cas de ce genre :

Même Chien 2730. Le lendemain :

	Pouvoir réducteur		
	immédiat.	après 8 heures de chauffage.	après 20 heures de chauffage.
Sang artériel.......	0g,88	2g,15	1g,82

L'explication la plus naturelle, c'est que, par suite de certaines conditions du sang, la libération brusque du sucre est survenue aux environs de 8 heures de chauffe, et que le sucre libéré a été détruit sous l'action de l'acide fluorhydrique.

Si l'on reçoit du sang ou du sérum dans une solution d'acide fluorhydrique au même titre que celle dans laquelle on chauffe le caillot, et qu'on chauffe le mélange pendant quelques heures, on détruit la plus grande partie du sucre libre du sang (²). C'est pour ce motif que nous traitons seulement le caillot par l'acide fluorhydrique, et non le sang tout entier. De cette manière, cet acide n'agit que sur du sucre combiné, au moins tant que la combinaison n'est pas détruite.

On sait que le glycose du sang est plus facilement attaqué par les acides que le glycose du commerce. Ce dernier l'est très peu dans une solution

(¹) On sait (voir surtout *Comptes rendus*, 13 mai 1907) que, presque toujours, une très notable partie du sucre se dégage en un quart d'heure après la sortie du vaisseau. La température est sans influence.

(²) L'acide chlorhydrique et même l'acide tartrique détruisent encore plus de sucre libre que l'acide fluorhydrique.

d'acide fluorhydrique au titre ordinaire. Cela résulte d'une expérience (inédite) très précise faite par MM. Hugounenq et Morel, et qu'ils ont bien voulu nous communiquer.

M. **Poincaré** fait hommage à l'Académie du second fascicule du Tome II de ses *Leçons de Mécanique céleste*. Ce fascicule est consacré à la théorie de la Lune, qui est traitée par la méthode de Brown et par une méthode nouvelle.

M. Poincaré fait également hommage à l'Académie d'un Ouvrage intitulé : *Science et Méthode*, et où il traite de diverses questions de méthodologie et de quelques applications des méthodes scientifiques telles que le choix des faits, l'invention mathématique, la nature du hasard, la relativité de l'espace, les rapports des Mathématiques et de la Logique, le renouvellement de la Mécanique dû à la découverte du radium, les mouvements internes de la Voie lactée, les récentes découvertes géodésiques.

M. **Haton de la Goupillière**, en faisant hommage à l'Académie d'un Mémoire qu'il vient de publier dans les *Annaes scientificos da Academia polytechnica do Porto*, sous le titre de : *Surfaces nautiloïdes*, y joint la Note suivante :

J'ai envisagé sous le nom de *surfaces à front générateur* une catégorie géométrique très étendue, car elle renferme quatre fonctions arbitraires. Une courbe plane quelconque se meut en s'amplifiant homothétiquement d'après une loi quelconque, par rapport à un point qui décrit une courbe quelconque dans un plan fixe, auquel le premier reste perpendiculaire en faisant avec la tangente de cette directrice un angle variant lui-même suivant une loi quelconque.

J'étudie en particulier, avec des détails spéciaux, une famille de surfaces qui méritera peut-être par ses propriétés de prendre place dans la Science. Elles ont comme module de similitude le rayon vecteur de la directrice qui est essentiellement une spirale logarithmique. Pour ce motif, je les appelle *surfaces nautiloïdes*, d'après leur analogie avec l'élégante coquille de ce nom. Le front générateur y peut être méridien, oblique ou normal, et la génératrice tout à fait quelconque. Cependant je m'attache en particulier au cas du cercle, d'ailleurs fort complexe.

J'établis pour les surfaces à front générateur, ou leurs quatre fonctions

arbitraires, les formules générales qui en font connaître le volume, le centre de gravité, les moments et axes principaux d'inertie. Citons par exemple cet énoncé :

Le volume d'un tronc de nautiloïde à front normal est le produit de l'arc de spirale logarithmique que décrit le centre de gravité et de similitude de l'aire génératrice quelconque par la moyenne arithmétique de la grande base, de la petite base et de la moyenne géométrique entre ces deux bases.

Je rattache à cette étude une branche nouvelle de cinématique pour le *mouvement nautiloïde*, c'est-à-dire celui d'une figure qui varie semblablement à elle-même, au lieu de rester indéformable comme dans la cinématique classique. Je citerai par exemple ces énoncés :

Tout déplacement d'une figure plane qui reste dans son plan et semblable à elle-même peut être effectué à l'aide d'un mouvement nautiloïde où tous les points décrivent des spirales logarithmiques égales autour d'un même pôle. Le mouvement instantané d'une figure qui reste semblable à elle-même peut toujours être décomposé en une rotation sans déformation autour d'un certain pôle et une déformation homothétique sans rotation par rapport à ce pôle. Toutes les vitesses font un même angle avec les rayons émanés de ce pôle et leur sont proportionnelles.

J'établis en second lieu une autre théorie générale, également à quatre fonctions arbitraires, pour l'enveloppe d'une surface quelconque qui s'amplifie homothétiquement suivant une loi quelconque, par rapport à un point qui décrit une courbe gauche quelconque. Je fais une étude spéciale du cas des quadriques et en particulier de la sphère. Je ramène ces enveloppes de sphères aux surfaces à front générateur, en donnant les formules de transformation. Il en résulte pour elles l'application des résultats obtenus en ce qui concerne le volume, le centre de gravité, les moments et axes d'inertie. Je détermine leurs surfaces podaires, antipodaires, normopodaires. Je ramène aux quadratures la recherche de leurs lignes de courbure dans des conditions très étendues.

L'application principale concerne le *sphéro-nautile*, dont la directrice est une spirale logarithmique. Sa transformée par rayons vecteurs réciproques relativement à son pôle est un sphéro-nautile égal, mais tournant en sens inverse. Le sphéro-nautile équiradial a comme projections de ses lignes de courbure sur son plan de symétrie les projections des herpolhodies spéciales pour lesquelles la distance du centre de l'ellipsoïde générateur à son plan tangent est égale au demi-axe moyen.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie le décès de M. *Fliche*, Correspondant pour la Section d'Économie rurale.

M. le **Ministre de la Marine** fait connaître à l'Académie qu'il est tout disposé à faciliter, en ce qui le concerne, la réalisation du vœu émis dans la séance du 2 novembre, tendant à l'installation à la Tour Eiffel d'un service de signaux horaires par télégraphie sans fil.

Dans une lettre adressée à M. le *Ministre de la Guerre*, M. le **Ministre de la Marine** a proposé de charger M. le commandant Ferrié de s'entendre directement pour les détails d'exécution avec le président de la Commission centrale de T. S. F. de la Marine.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Annals of the royal botanic garden of Calcutta*. Vol. IV. Part II : *Fresh-water Algæ from Burma*.

2° *Account of the operations of the great trigonometrical Survey of India*. Vol. XVII.

3° *Joncées. Description et figures des Joncées de France, Suisse et Belgique*, par T. Husnot.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Étude des photographies de la comète Morehouse* (1908 *c*), *obtenues à l'Observatoire de Juvisy*. Note (¹) de MM. **Baldet** et **Quénisset**, présentée par M. B. Baillaud.

Du 17 septembre au 6 novembre 1908 nous avons obtenu à l'Observatoire de Juvisy, sous la direction de M. Camille Flammarion, 96 photographies de la comète Morehouse (1908 *c*) représentant au total une durée de 88 heures 11 minutes de pose effective. Six appareils photographiques

(¹) Présentée dans la séance du 23 novembre 1908.

nous ont servi à les obtenir; parfois plusieurs travaillaient simultanément; d'autres fois, au contraire, nous en avons employé un seul. Voici une description sommaire de ces instruments :

	d	f.	$\frac{f}{d}$.
	m	m	
Objectif Dallmeyer	0,10	0,30	3,0
» à portrait	0,030	0,130	3,4
» Voigtländer	0,135	0,565	4,2
» Steinheil	0,189	0,400	4,5
» Hermagis	0,160	0,740	4,6
» Viennet	0,160	2,90	18,1

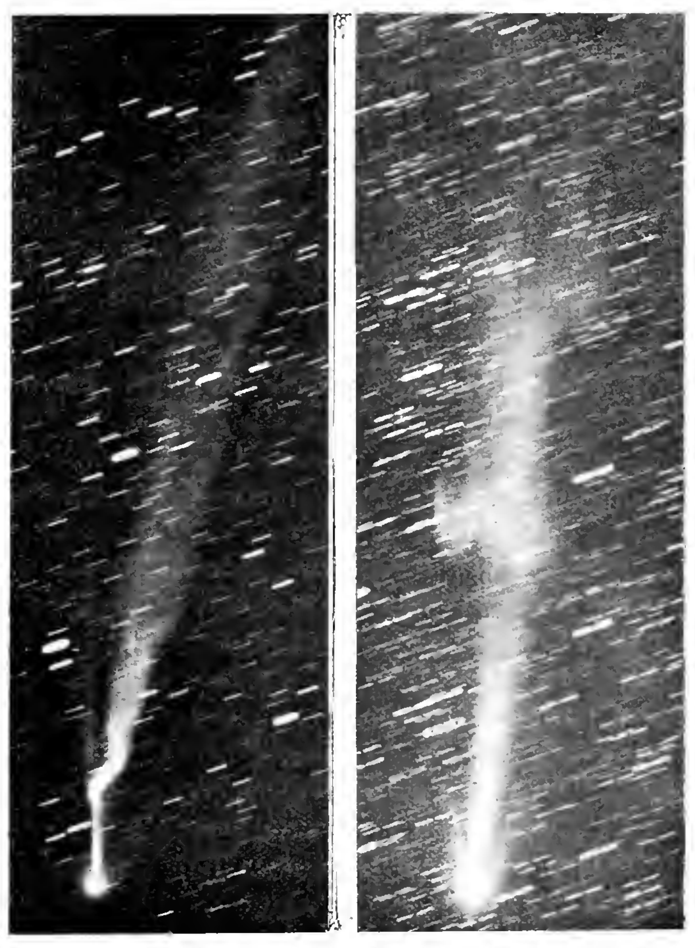
Les plaques photographiques employées sont les plaques étiquette violette de MM. Lumière.

Une étude rapide des différents clichés nous ayant déjà donné quelques résultats, nous désirons attirer particulièrement l'attention sur les cinq points suivants :

I. La queue de la comète a présenté le plus souvent des masses lumineuses intenses formant autant de détails caractéristiques. En mesurant la distance de l'un quelconque de ces détails au centre de la chevelure sur les différents clichés pris successivement dans une même soirée, on obtient des valeurs de plus en plus grandes pour les clichés pris de plus en plus tard. Non seulement on peut suivre ces détails sur les clichés d'une même soirée, mais encore on retrouve les plus intenses sur les clichés du lendemain et, si l'on mesure leur distance à la chevelure, on obtient un nombre supérieur à celui donné par une vitesse supposée constante d'après les valeurs trouvées la veille. On constate aussi que, lorsqu'un détail est plus éloigné de la chevelure qu'un autre, son déplacement mesuré sur deux clichés pris à une heure d'intervalle est plus grand que le premier. Ces constatations s'appliquent aux masses lumineuses et non aux ondulations des bords de la queue. Elles ont été faites sur 31 clichés pris du 25 septembre au 1er novembre en mesurant ces clichés avec des échelles gravées sur verre, divisées en millimètres et cinquièmes de millimètre; nous les reprendrons du reste au comparateur. A titre d'exemple, nous citerons les valeurs apparentes des vitesses relevées sur les clichés du 15 et du 16 octobre dont nous présentons une reproduction à l'Académie. Les deux photographies prises le 15 octobre à 1 heure 40 minutes d'intervalle montrent que la queue s'est détachée de la chevelure et semble chassée par deux autres queues presque rectilignes, très fines. La vitesse de cette masse lumineuse, située à 9^h50^m

à 580000^{km} de la chevelure, était environ de 14^{km} à la seconde. Sur la photographie du 16 octobre, faite 19 heures plus tard, on retrouve la masse

Comète Morehouse (1908 *c*).



15 octobre 1908, de $8^h 20^m$ à $9^h 31^m$ (T. M. D. P.). — 16 octobre 1908, de $6^h 40^m$ à $8^h 50^m$ (T. M. D. P.).

Observatoire de Juvisy. Objectif Voigtländer. Foyer $0^m,565$. Agr. = 3.

lumineuse intense sous forme de quatre U gigantesques [1] dont la partie inférieure se trouvait à environ 2200000^{km} de la chevelure, ayant ainsi parcouru plus de 1600000^{km} au lieu de 960000^{km} qu'indiquerait la vitesse uni-

(1) Cette forme n'est bien visible que sur le négatif lui-même, car les agrandissements sur papier ne respectent pas les intensités relatives.

forme citée plus haut. Sur le cliché du 15 octobre, une autre masse lumineuse située à 6900000^{km} s'est déplacée en 1 heure 40 minutes à la vitesse de 58^{km} à la seconde. Nous pouvons donc conclure de ce qui précède que *la vitesse de ces masses lumineuses va en s'accroissant de la chevelure aux extrémités de la queue.*

2. Sur sept clichés on constate que les masses lumineuses ont la forme d'U dont la partie recourbée est tournée vers la chevelure : nous l'avons déjà signalé incidemment à propos de la photographie du 16 octobre. La forme en U s'accentue à mesure que les masses lumineuses s'éloignent de la chevelure.

3. La comète s'étant rapprochée du Soleil, les angles que les différentes queues formaient entre elles ont diminué progressivement.

4. Nous avons enregistré à trois reprises la rupture de la queue près de la chevelure : on voit sur la photographie des queues très fines, presque rectilignes, chasser loin de la chevelure l'ancienne queue très diffuse.

5. Sur la presque totalité des clichés, la queue principale est ondulée; mais sur cinq, et en particulier sur ceux du 1er novembre, on voit deux queues plus brillantes qui se croisent alternativement. Lorsqu'on place dans un stéréoscope deux de ces clichés pris à une heure ou deux d'intervalle, on voit ces queues enroulées en hélice l'une autour de l'autre. Sur les photographies du 1er novembre, on compte huit spires.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les réseaux conjugués à invariants égaux.* Note de M. **Tzitzéica**.

1. M. Kœnigs a démontré (Darboux, *Théorie des surfaces*, t. IV, p. 62) que, si une congruence intercepte sur deux surfaces S et S' deux réseaux conjugués (M) et (M') et si les foyers F_1 et F_2 de la droite MM' sont conjugués harmoniques par rapport à M et M', les réseaux (M) et (M') sont à invariants égaux. Il est aisé de voir que, étant donné le réseau (M) à invariants égaux, on peut trouver une infinité de réseaux (M') aussi à invariants égaux, qui forment avec (M) des couples analogues à celui qui figure dans le théorème de M. Kœnigs. La détermination de *tous* ces réseaux (M') dépend d'abord de l'intégrale générale de l'équation de Laplace qui correspond au réseau (M), ensuite d'une quadrature.

Considérons actuellement un couple unique (M) et (M'). Les tangentes menées en M et M' aux deux courbes correspondantes des réseaux se coupent en P_1 et P_2. Soient de plus T_1, T_2, T'_1, T'_2 respectivement les

foyers des congruences formées par les tangentes MP_1, MP_2, $M'P_1$, $M'P_2$, et distincts de M et M'. On trouve que T_1, T'_1 et F_1 d'un côté, T_2, T'_2, F_2 de l'autre, sont en ligne droite.

Maintenant, d'après une généralisation donnée par M. Darboux (t. IV, p. 34) à un théorème de M. Kœnigs sur les réseaux plans à invariants égaux, théorème auquel on peut donner une démonstration purement projective, il existe une conique Γ tangente en T_1 et T_2 à MT_1 et MT_2, et ayant en ces points trois points communs avec les courbes décrites par T_1 et T_2, et correspondant aux courbes du réseau (M). Il existe pareillement une conique Γ' tangente en T'_1 et T'_2 à $M'T'_1$ et $M'T'_2$, et ayant aussi trois points communs avec les courbes décrites par T'_1 et T'_2. J'ai démontré que ces deux coniques, situées dans les plans tangents en M et M' aux surfaces S et S', ont deux points communs sur la droite P_1P_2. Il en résulte que par Γ et Γ' on peut mener un faisceau de quadriques, qui déterminent sur MM' une involution. Les points doubles de cette involution sont les foyers F_1 et F_2. Les surfaces du faisceau tangentes en F_1 et F_2 à la droite MM' sont les deux cônes C_1 et C_2 du faisceau. Le cône C_1 est tangent au plan focal $MM'P_1$ le long de la droite $F_1T_1T'_1$ et a par conséquent son sommet S_1 sur cette droite. De même C_2 est tangent au plan $MM'P_2$ et a son sommet S_2 sur la droite $F_2T_2T'_2$. La droite S_1S_2 est l'intersection des plans tangents communs à toutes les quadriques du faisceau et menés aux points d'intersection de Γ et Γ'. Enfin remarquons que, aux réseaux (M) et (M'), correspondent les deux réseaux focaux (F_1) et (F_2). Les tangentes en F_1 aux deux courbes du réseau (F_1) sont MF_1M' et $F_1T_1T'_1$. Cette dernière droite engendre une congruence dont les foyers sont F_1 et le sommet S_1 du cône C_1. On trouve de même que S_2 est le second foyer de la tangente $F_2T_2T'_2$ du réseau (F_2).

2. Je considère maintenant certains réseaux à invariants égaux de nature toute spéciale, à savoir ceux qui se reproduisent après un certain nombre i de transformations de Laplace.

On constate facilement qu'on ne peut avoir de tels réseaux qu'à partir de $i = 3$.

Pour $i = 3$, on trouve que le réseau doit être plan et que, en choisissant convenablement le facteur arbitraire des coordonnées homogènes, ces coordonnées vérifient un système de la forme

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial u^2} = a\frac{\partial \theta}{\partial u} + b\frac{\partial \theta}{\partial v}, \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial u\,\partial v} = h\theta, \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial v^2} = a'\frac{\partial \theta}{\partial u} + b'\frac{\partial \theta}{\partial v}.$$

Si l'on se rapporte à un résultat que j'ai obtenu antérieurement (*Comptes rendus*, 10 juin 1907), on conclut que ces réseaux sont la perspective sur un

plan des lignes asymptotiques des surfaces S, dont la courbure totale est proportionnelle à la quatrième puissance de la distance d'un point fixe au plan tangent.

Pour $i = 4$, on retrouve les réseaux (M) donnés par M. Darboux (t. III, p. 472) comme généralisation des surfaces minima.

Pour $i > 4$ les formules se compliquent et je n'ai pas encore obtenu de résultat simple.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la cyclide de Lie.* Note de M. A. **Demoulin**.

Dans notre Note du 28 septembre 1908 (p. 565) nous avons attaché à tout point d'une surface une infinité simple de quadriques parmi lesquelles on trouve la quadrique de Lie. Les cyclides de Dupin qui leur correspondent dans la transformation de Lie sont précisément les cyclides (Σ) envisagées dans notre Note du 19 octobre 1908 (p. 669). A la quadrique de Lie correspond la cyclide que nous avons définie dans la première des Notes citées. L'existence de cette cyclide a été signalée par Lie, en 1882, dans les *Forhandlinger* de Christiania. Nous l'appellerons *cyclide de Lie* et nous la désignerons par la lettre (Λ).

L'*ensemble* des cyclides (Σ) est conservé dans l'inversion et dans la dilatation. Cette propriété appartient aussi à la cyclide de Lie.

Nous avons formé l'équation des cyclides (Σ) en les rapportant au trièdre $Mxyz$ dont les arêtes Mx, My, Mz sont respectivement les tangentes aux lignes de courbure (M_v), (M_u) et la normale à la surface.

Soient G et G' les rayons de courbure géodésique des lignes de courbure (M_v) et (M_u). Si l'on définit les plans π et π' par les équations

$$\frac{x}{\gamma} + \frac{y}{G} + \frac{z}{R} = 0, \qquad \frac{x}{G} + \frac{y}{\gamma'} + \frac{z}{R'} = 1,$$

l'équation de la cyclide (Σ) correspondante est

$$(x^2 + y^2 + z^2)^2 \frac{1}{8(R' - R)}\left(\frac{R}{G'^2 R} - \frac{R}{G^2 R} + \frac{1}{\gamma' G} - \frac{1}{\gamma G'}\right)$$
$$- \frac{1}{2}(x^2 + y^2 + z^2)\left(\frac{x}{G'R} + \frac{y}{GR'} + \frac{\frac{R}{G'^2} - \frac{R}{G^2} + \frac{R}{\gamma' G} - \frac{R'}{\gamma G}}{R' - R} z\right)$$
$$+ \frac{x^2}{2R} + \frac{y^2}{2R} + \frac{1}{2}\left[\frac{1}{R} + \frac{1}{R'} + \frac{RR'}{R' - R}\left(\frac{1}{G^2} - \frac{1}{G'^2} + \frac{1}{\gamma' G} - \frac{1}{\gamma G'}\right)\right] z^2$$
$$+ \frac{xz}{G'} + \frac{yz}{G} - z = 0.$$

Pour la cyclide de Lie, λ et λ' ont les valeurs suivantes :

$$\lambda = -\frac{A}{\frac{\partial \log r_1}{\partial u}}, \qquad \lambda' = \frac{B}{\frac{\partial \log r}{\partial v}}.$$

Les cyclides (Σ) ont, au point M, un contact du deuxième ordre avec la surface (M), et entre elles, deux à deux, un contact du troisième ordre.

La surface (M) étant rapportée au trièdre $Mxyz$, le développement de son z dans le voisinage de l'origine est

$$z = \frac{x^2}{2R} + \frac{y^2}{2R'} + \frac{1}{6}\left(\frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial S_1} x^3 + 3 \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial S_2} x^2 y + 3 \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial S_1} x y^2 + \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial S_2} y^3 \right) + \ldots.$$

Le développement du z d'une quelconque des cyclides (Σ) est

$$z = \frac{x^2}{2R} + \frac{y^2}{2R'} + \frac{1}{2}\left(\frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial S_2} x + \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial S_1} y \right) xy + \ldots.$$

On déduit de là l'équation des tangentes au point triple de l'intersection de la surface et de la cyclide

$$\frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial S_1} x^3 + \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial S_2} y^3 = 0.$$

Les paramètres directeurs superficiels (du, dv) de chacune de ces tangentes satisfont à l'équation

$$q \frac{\partial R}{\partial u} du^3 + p_1 \frac{\partial R'}{\partial v} dv^3 = 0.$$

Cette équation, dont l'interprétation géométrique est évidente, s'intègre par quadrature lorsque la surface (M) est une quadrique ou une cyclide.

Conservons toutes les notations des deux Notes citées plus haut, et désignons, en outre, par (Ω), (Ω') les cercles osculateurs des lignes (M_v), (M_u) en M, par D_1, D_2 les points d'intersection de g et de (Ω'), et par D'_1, D'_2 les points d'intersection de g' et de (Ω).

Les cercles (Ω) et (Ω') sont les lignes de courbure de la cyclide (Λ) qui passent par M. Comme les plans des lignes de courbure de (Λ) passent les uns par g, les autres par g', les points D_1, D_2, D'_1, D'_2 sont les points doubles de (Λ).

Lorsque u varie seul, la sphère principale de centre C' a pour caractéris-

tique le cercle (Ω), lequel touche son enveloppe aux points D_1 et D_2. Lorsque c varie seul, la sphère principale de centre C a pour caractéristique le cercle (Ω), lequel touche son enveloppe aux points D'_1 et D'_2.

Nous pouvons à présent définir *anallagmatiquement* la cyclide (A) : celle-ci est le lieu d'un cercle passant par D_1, D_2 et s'appuyant sur (Ω), et le lieu d'un cercle passant par D'_1, D'_2 et s'appuyant sur (Ω').

Nous terminerons cette Note en indiquant quelques propriétés générales des surfaces.

I. Lorsque c varie seul, la sphère décrite de G comme centre avec GM comme rayon a pour caractéristique un cercle dont les foyers sont les points D_1 et D_2.

II. Cette sphère touche son enveloppe aux foyers de (Ω').

III. La sphère osculatrice de la ligne (M_u), en M, touche son enveloppe aux points D_1 et D_2.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une méthode de M. Darboux.* Note de M. **Léopold Féjer**, présentée par M. E. Picard.

M. Darboux a donné une méthode très générale pour la détermination de l'expression asymptotique d'un nombre a_n, dépendant d'un grand indice n. Il forme la série de puissances

$$f(z) = a_0 + a_1 z + \ldots + a_n z^n + \ldots, \tag{1}$$

et il montre que ce sont les points singuliers de la fonction analytique $f(z)$ situés sur le cercle de convergence de la série (1) qui déterminent l'expression asymptotique de a_n.

Soit R $(0 < \mathrm{R} < +\infty)$ le rayon de convergence de la série (1), et soit k le nombre des points singuliers de la continuation analytique immédiate de la fonction $f(z)$, situés sur le cercle (R). Alors, sans restreindre essentiellement la généralité de la question, on peut supposer $\mathrm{R} = 1$, $k = 1$, et que ce soit le point $z = 1$ où $f(z)$ devient singulier.

M. Darboux a traité le cas où $f(z)$ est de la forme

$$f(z) = \frac{1}{(1-z)^\rho}\varphi(z) + \psi(z).$$

Ici ρ est un nombre réel quelconque, mais différent de zéro et d'un nombre

entier négatif, et $\varphi(z)$, $\psi(z)$ sont des fonctions régulières en $z=1$. Dans ce cas la fonction $f(z)$ devient singulière en $z=1$ suivant le *type*

$$\text{(I)} \qquad \frac{1}{(1-z)^\rho} = \alpha_0 + \alpha_1 z + \ldots + \alpha_n z^n + \ldots,$$

et parce que

$$\alpha_n \sim \frac{1}{\Gamma(\rho)} n^{\rho-1},$$

la formule asymptotique de M. Darboux pour a_n s'obtient immédiatement.

M. Hamy [1] s'occupe du cas où $f(z)$ devient singulier en $z=1$ suivant le type [2]

$$\text{(II)} \qquad \frac{[-\log(1-z)]^q}{(1-z)^\rho} = \beta_0 + \beta_1 z + \ldots + \beta_n z^n + \ldots,$$

où ρ est un nombre réel quelconque, mais différent de zéro et d'un entier négatif, q est un entier positif. Il obtient

$$\beta_n \sim \frac{(\log n)^q}{\Gamma(\rho)} n^{\rho-1}.$$

Maintenant je pose le problème de déterminer l'expression asymptotique du coefficient a_n, lorsque pour $f(z)$ le point $z=1$ est un *point d'indétermination.*

Il est impossible de résoudre le problème dans toute sa généralité. Il faut choisir un type spécial, intéressant et important, suivant lequel la fonction $f(z)$ devient indéterminée en $z=1$. *Je considère le type*

$$\text{(III)} \qquad \frac{e^{\frac{1}{z-1}}}{(1-z)^\rho} = \gamma_0 + \gamma_1 z + \ldots + \gamma_n z^n + \ldots,$$

où ρ désigne un nombre réel quelconque, et je trouve pour γ_n l'expression asymptotique remarquable

$$(2) \qquad \gamma_n \sim \frac{1}{\sqrt{\pi e}} \frac{\sin\left[2\sqrt{n} + \left(\frac{3}{4} - \frac{\rho}{2}\right)\pi\right]}{n^{\left(\frac{3}{4} - \frac{\rho}{2}\right)}}.$$

Pour la démonstration de la formule asymptotique (2), j'emploie une

---

(1) M. HAMY, *Sur l'approximation des fonctions de grands nombres* (*Journal de Math.*, 1908). Dans l'introduction de ce Mémoire important, on trouve les renseignements nécessaires sur la littérature de la méthode de M. Darboux.

(2) Voir aussi H. POINCARÉ, *Leçons de Mécanique céleste*, t. II, chap. XXIII, 1907.

méthode importante, indiquée tout brièvement par Riemann dans le paragraphe 13 de son Mémoire sur les séries trigonométriques.

En faisant usage d'une transformation simple, et en appliquant certains théorèmes généraux, je donne (et je crois pour la première fois) une démonstration rigoureuse de cette méthode, esquissée par Riemann.

J'ai trouvé plusieurs applications de la formule (2). Les unes se rapportent à la détermination de l'expression asymptotique du coefficient a_n des séries convergentes $\Sigma a_n z^n$, qui satisfont à une équation différentielle linéaire et homogène n'appartenant pas à la classe de Fuchs. Les autres se rapportent à des questions, déjà résolues par d'autres méthodes, ou seulement posées par Riemann, du Bois-Reymond, Saalschütz, Pringsheim et moi dans divers Mémoires, et relatives au problème de la convergence, ou sommabilité d'une série de puissances sur son cercle de convergence.

Une exposition détaillée de ces recherches sera publiée dans un Mémoire plus étendu.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations différentielles linéaires d'ordre infini.* Note de M. T. **Lalesco**, présentée par M. Émile Picard.

Dans un travail antérieur j'ai montré que la résolution de l'équation de Volterra revient au problème de Cauchy pour une certaine classe d'équations différentielles linéaires d'ordre infini qui, avec les notations actuelles, se présentait sous la forme

$$\left[a_0(x)\frac{d^n y}{dx^n} + a_1(x)\frac{d^{n-1}y}{dx^{n-1}} + \ldots + a_n(x)y\right]_{n=\infty} = f(x).$$

Cette forme peu commode tient à l'insuffisance des notations; il est utile d'introduire *en même temps que les dérivées d'une fonction aussi ses intégrales.* Cette introduction devient nécessaire dès qu'on passe aux ordres infinis; dans ces conditions et posant

$$\underbrace{\int\int\int\cdots\int}_{n} y\,dx = \int_n y,$$

la classe d'équations différentielles rencontrées peut être présentée sous la forme

(1) $$a_0(x)y + a_1(x)\int_1 y + a_2(x)\int_2 y + \ldots + a_n(x)\int_n y + \ldots = f(x).$$

C'est à cette classe tout à fait générale d'équations que nous proposons de donner le nom général *d'équations intégrales linéaires*. Par la transformation

$$\underbrace{\int_a^x \cdots \int_a^x}_{n+1} y(s)\,ds = \int_a^x y(s)\frac{(x-s)^n}{n!}\,ds \qquad [a_0(a)=0],$$

cette équation se réduit immédiatement à l'équation de Volterra

$$(2) \qquad a_0(x)y(x) + \int_a^x F(x,s)y(s)\,ds = f(x) + \sum_{n=1}^{\infty} c_n f_n(x)$$

en posant

$$(3) \qquad \begin{cases} F(x,s) = a_1(x) + a_2(x)\dfrac{(x-s)}{1} + \ldots + a_n(x)\dfrac{(x-s)^{n-1}}{n-1!} + \ldots, \\ f_n(x) = a_n(x) + x a_{n+1}(x) + \ldots + \dfrac{x^p}{p!}a_{n+p}(x) + \ldots. \end{cases}$$

Dans tout intervalle où les fonctions $a_n(x)$ sont finies et continues, *sans avoir besoin de rien supposer sur leur caractère analytique*, les séries (3) sont absolument et uniformément convergentes et, sans faire appel à d'autres considérations, la théorie de l'équation de Volterra nous montre simplement que l'équation intégrale d'ordre infini (1) a une solution dépendant linéairement d'une infinité de constantes arbitraires, assujetties seulement à la condition de rendre convergente la série

$$\sum_{n=1}^{\infty} c_n f_n(x).$$

Il est remarquable de constater que c'est le cas le plus simple (2) de l'équation de Volterra qui se présente comme le cas général; l'équation générale de Volterra

$$\int_0^x F(x,s)y(s)\,ds = f(x)$$

correspond au cas particulier

$$a_0(x) = 0$$

avec

$$c_n = 0 \qquad (n = 1, 2, \ldots, \infty);$$

elle revient donc à la détermination de la solution de (1) *qui s'annule ainsi que toutes ses intégrales* pour $x = 0$; c'est donc un problème de Cauchy pour (1).

PHYSIQUE. — *Le mouvement brownien et la formule d'Einstein.* Note de M. CHAUDESAIGUES, présentée par M. J. Violle.

Prenant comme point de départ l'hypothèse qui place dans l'agitation moléculaire la cause du mouvement brownien (Gouy, 1888), Einstein est arrivé par des raisonnements de théorie cinétique à une formule très intéressante, qui permet de caractériser quantitativement l'activité du mouvement. Un grain de rayon a, situé dans un fluide ayant pour viscosité μ et pour température absolue T, subit en un temps t, parallèlement à une direction arbitrairement fixée, un déplacement dont le carré moyen doit vérifier l'équation

$$\overline{\Delta x}^2 = t \frac{RT}{N} \frac{1}{3\pi a \mu},$$

où R est la constante des gaz parfaits ($83{,}2.10^6$), et N le nombre de molécules contenues dans 1 molécule-gramme quelconque.

Cette formule importante, obtenue en 1905, ne paraît encore avoir été soumise qu'à une seule vérification précise, qui lui a été défavorable [1]. Il s'agit des pointés faits par Victor Henri, sur clichés cinématographiques, des positions successives de grains de caoutchouc ayant environ 1^{μ} de diamètre. L'influence du temps a bien paru conforme à la formule, mais l'accord s'est borné là; par exemple, dans l'eau neutre, le mouvement, très actif, aurait exigé des grains ayant un diamètre six fois plus petit, et, par contre, dans de l'eau faiblement acidulée (ayant donc sensiblement même viscosité), le mouvement, presque arrêté, aurait exigé des grains ayant un diamètre de 13^{μ}, énorme variation tout à fait inexplicable par la théorie d'Einstein.

D'autre part, M. Jean Perrin a reconnu que les grains d'une émulsion diluée prennent, en fonction de la hauteur, la répartition d'équilibre d'un gaz parfait très dense dont les molécules auraient un poids égal à celui des grains de l'émulsion [2], et il a pu en déduire une mesure précise de la constante N. L'hypothèse de M. Gouy se trouve par là confirmée, et nous sommes forcés d'admettre, soit que les hypothèses complémentaires d'Ein-

---

(1) VICTOR HENRI, *Comptes rendus*, 18 mai et 6 juillet 1908.

(2) JEAN PERRIN, *Comptes rendus*, 11 mai, 7 septembre, 28 septembre et 5 octobre 1908.

stein sont incomplètes ou inexactes (ce qui semblait résulter des expériences qu'on vient de rappeler), soit que quelque complication inconnue a faussé la vérification essayée sur le latex de caoutchouc.

Il pouvait en tout cas être utile de reprendre la question avec des grains de rayon exactement connu. C'est ce que j'ai pu faire, dans le laboratoire de M. Jean Perrin, avec des grains sphériques de gomme gutte préparés par lui, bien identiques pour chaque émulsion, et dont il a mesuré le rayon (*Comptes rendus*, 7 septembre); il s'est de plus assuré que l'addition de traces d'acide, bien qu'elle renverse l'électrisation de contact des grains, n'altère pas appréciablement le mouvement de ceux qui sont éloignés des parois.

Je pointais la position d'un grain, à la chambre claire, aux temps 0, 30, 60, 90 et 120 secondes, puis je suivais un autre grain, et ainsi de suite. J'ai suivi de la sorte, dans l'eau pure, 40 gros grains (de rayon $0^{\mu},45$); puis j'ai fait trois séries de lectures sur des grains de rayon $0^{\mu},213$, à raison de 50 grains par série, la première dans l'eau pure, la deuxième dans de l'eau faiblement sucrée (1,2 fois plus visqueuse que l'eau), la troisième dans de l'eau fortement sucrée (4,6 fois plus visqueuse que l'eau).

Les résultats se sont trouvés conformes à la formule d'Einstein :

1° En ce qui regarde l'influence du rayon (le rapport 2,1 des rayons est presque égal au rapport inverse 2,0 des carrés moyens des élongations aux mêmes temps);

2° En ce qui regarde l'influence du temps; par exemple, dans la troisième série, les déplacements moyens, en microns, étaient, de 30 en 30 secondes :

6,7, 9,3, 11,8, 13,95,

qui diffèrent peu des nombres

6,7, 9,46, 11,6, 13,4,

exactement proportionnels aux racines carrées des temps;

3° En ce qui regarde l'influence de la viscosité (le rapport des déplacements moyens est 1,8 là où le rapport des racines carrées des viscosités est sensiblement 2).

Toutes ces vérifications subsisteraient si la formule d'Einstein n'était vraie qu'à un facteur près. Pour voir si elle est complètement exacte, il suffit de tirer N de cette formule et de comparer la valeur moyenne ainsi trouvée aux valeurs actuellement le plus probables pour cette constante universelle.

La moyenne de mes différentes séries donne pour N la valeur 64.10^{22}, avec une précision dont je n'oserais affirmer qu'elle atteint le dixième (toutes les erreurs s'ajoutant, comme on le lit sur la formule, dans le calcul de N); M. Jean Perrin a trouvé la valeur $70,5.10^{22}$. L'accord est très satisfaisant.

Bref, la formule d'Einstein doit être regardée comme exacte.

La parfaite irrégularité du mouvement brownien permet de calculer, par application de la *loi des erreurs fortuites*, le nombre des déplacements compris entre deux valeurs fixées. La concordance entre les nombres calculés et observés est tout à fait frappante, et d'autant meilleure que le nombre total d'observations est plus grand. C'est là sans doute une des plus belles applications du calcul des probabilités à un phénomène naturel.

CHIMIE MINÉRALE. — *Chlorures et oxychlorures de thorium.* Note de M. Ed. Chauvenet, présentée par M. Haller.

I. *Chlorure de thorium anhydre* $ThCl^4$. — Un grand nombre de méthodes fournissent ce composé; parmi celles qui ont pour point de départ la thorine, la meilleure est celle indiquée par MM. Matignon et Delépine [1]: thorine traitée au rouge dans un tube de porcelaine par un mélange de chlore et d'oxyde de carbone. Elle nécessite cependant le réglage simultané des deux appareils producteurs des gaz. Je suis arrivé beaucoup plus commodément au même résultat en utilisant les bombes de phosgène que le commerce livre aujourd'hui. On a alors directement

$$ThO^2 + 2COCl^2 = 2CO^2 + ThCl^4.$$

Le courant doit être très lent, afin que le chlorure anhydre se sublime peu à peu en avant du tube sous forme de belles aiguilles prismatiques tout à fait exemptes d'oxychlorure [2].

Ce composé est décrit comme non déliquescent; en réalité, il se combine assez rapidement à la vapeur d'eau atmosphérique.

J'ai placé, en effet, dans une cloche humide 1g,8015 de chlorure de thorium cristallisé et anhydre; 1 heure après la substance, dont l'aspect n'avait nullement changé, avait absorbé 0g,0183 de vapeur d'eau, soit 1,02 pour 100, c'est-à-dire plus de $\frac{1}{4}$ de molécule d'eau.

Pendant la préparation, à l'extrémité du tube et dans les tubes de dégagement, il se condense toujours une poudre blanche signalée déjà par plusieurs auteurs et sur la nature de laquelle il y a doute. La difficulté provient de ce qu'elle est extrêmement hygroscopique et se change rapidement en chlorure hydraté et en oxychlorure.

En prenant des précautions spéciales pour la recueillir à l'abri de l'air, j'ai trouvé

---

(1) Matignon et Delépine, *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 37.

(2) *Analyse :* Th pour 100 : 62,78, 62,013, 62,013 *au lieu de* 62,12; Cl pour 100 : 37,91, 37,89, 37,92 *au lieu de* 37,88.

que sa composition était exactement celle du chlorure anhydre [1]. En outre, j'ai trouvé pour sa chaleur de dissolution dans l'eau, à la même température de $+12^{\circ},5$, le même nombre $56^{Cal},75$ que pour le chlorure cristallisé, ce qui achève d'identifier les deux produits.

Enfin, le chlorure cristallisé chauffé dans un courant d'oxychlorure de carbone sec dans un tube de porcelaine au rouge donne ce même chlorure sublimé qui possède la même composition et la même chaleur de dissolution. Il n'y a donc qu'une différence d'état physique et de cohésion entre les deux chlorures $ThCl^4$ cristallisé et sublimé. L'altération beaucoup plus rapide à l'air du sublimé tient uniquement à cette différence d'état qui explique aussi que cette altération est tout de suite plus apparente, le sublimé adhérant au verre dès qu'il a absorbé des traces d'eau, tandis que les cristaux ne changent pas d'aspect pendant plusieurs heures.

II. *Chlorure et oxychlorure de thorium hydratés.* — Krüss [2] a obtenu $ThCl^4, 7H^2O$ en dissolvant l'hydrate de thorium dans de l'alcool du commerce saturé de gaz chlorhydrique et en évaporant ensuite dans le vide.

Il m'a paru plus simple de le préparer, en évaporant au bain-marie d'abord, dans une atmosphère sèche ensuite, jusqu'à poids constant, une dissolution aqueuse de chlorure anhydre [3]. La chaleur de dissolution dans l'eau de cet hydrate à $+13^{\circ},5$ est de $+14^{Cal},75$.

Je me suis proposé d'étudier l'action de la chaleur sur $ThCl^4, 7H^2O$ en le soumettant à des températures variables dans un courant de gaz chlorhydrique tout à fait sec. En le chauffant jusqu'à poids constant de 120° à 160°, on obtient un composé très hygroscopique dont la chaleur de dissolution dans l'eau à $+13^{\circ},5$ est de $+47^{Cal},63$ et qui répond à la composition $Th(OH)Cl^3, H^2O$:

	Résultats de l'analyse.		Calculé pour $Th(OH)Cl^3, H^2O$.
Th pour 100	62,45	62,06	62
Cl pour 100	28,64	28,43	28,47
H^2O pour 100 par différence	8,91	9,51	9,53

Un oxychlorure du même type, mais beaucoup plus hydraté : $Th(OH)Cl^3, 11H^2O$, a été préparé par MM. Rosenheim et Schilling [4] en traitant $Th(OH)^4$ fraîchement précipité par une dissolution alcoolique d'acide chlorhydrique et évaporant. Cepen-

---

[1] *Analyse :* Th pour 100 : 62,84, 62,45 *au lieu de* 62,12 ; Cl pour 100 : 37,96, 37,92 *au lieu de* 37,88.

[2] Krüss, *Z. anorg. Chem.*, t. XIV, 1897, p. 361.

[3] *Analyse :* Th pour 100, 46,12 *au lieu de* 46,45 ; Cl pour 100, 28,17 *au lieu de* 28,35 ; H^2O pour 100 par différence, 25,71 *au lieu de* 25,20.

[4] Rosenheim et Schilling, *Ber. chem. Gesell.*, 1900, p. 977.

dant, je n'ai pas pu reproduire ce composé et j'ai toujours obtenu par cette méthode l'hydrate du chlorure $ThCl^4, 7H^2O$.

Chauffé vers 200°, $ThCl^4, 7H^2O$ se transforme en un produit à qui l'analyse donne une composition intermédiaire entre $ThOCl^2$ et $Th(OH)Cl^3$.

Ce n'est qu'à la température de 250° et dans un courant de gaz chlorhydrique que le chlorure de thorium à $7H^2O$ perd la moitié de son chlore, ainsi que ses 7^mol d'eau qui réagissent en partie avec lui pour donner $ThOCl^2$ anhydre [1], composé dont la chaleur de dissolution à +13° est de 28^Cal,15.

Cette étude montre une fois de plus combien facilement oxydables sont les dérivés halogénés du thorium; même en milieu acide, le chlorure de thorium hydraté, comme le fait aussi le fluorure à $4H^2O$, se transforme en oxyhalogénure.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du trichlorure d'antimoine sur le cobalt et sur ses alliages avec l'antimoine.* Note de M. F. **Ducelliez**, présentée par M. Haller.

I. Le cobalt pulvérulent, soumis à l'action des vapeurs du trichlorure d'antimoine, décompose ce corps, à partir de 600°, en s'alliant avec l'antimoine et en produisant du chlorure de cobalt. De 700° à 1200° environ, le passage du chlorure volatil sur le métal pulvérulent, continué jusqu'à composition constante de l'alliage formé, fournit un composé non magnétique auquel l'analyse assigne la formule CoSb, soit 67,04 pour 100 d'antimoine. La température de 800° convient parfaitement à la préparation de CoSb; il se présente sous la forme d'une poudre cristalline de densité 8,12 à 0°, fondant vers 1200°, s'oxydant légèrement à l'air. Cet antimoniure mis en présence du trichlorure d'antimoine de 600° à 700°, fixe de l'antimoine, très lentement; au-dessus de cette température, il ne résiste pas à l'action du trichlorure d'antimoine, mais sa composition n'est pas modifiée, si l'on ne dépasse pas 1150°. L'attaque donne naissance à du chlorure de cobalt et à un dépôt d'antimoine; encore très faible à 800°, elle devient vive aux environs de 1000°.

Le cobalt, soumis aux vapeurs du trichlorure d'antimoine, à des températures supérieures à 1200°, fournit des alliages attirables à l'aimant, contenant

(1) *Analyse* : Th pour 100, 72,09 *au lieu de* 72,76; Cl pour 100, 22,51 *au lieu de* 22,22; O pour 100 par différence, 5,4 *au lieu de* 5,02.

moins d'antimoine que CoSb; ils abandonnent ce composé, sous forme de poudre cristalline, non magnétique, lorsqu'on les traite par les acides chlorhydrique ou sulfurique. Cet antimoniure résiste, en effet, à l'attaque de ces acides: l'acide chlorhydrique étendu n'a d'action sur lui que s'il est oxydé; même concentré et bouillant, cet acide n'en opère qu'une dissolution très lente; l'acide sulfurique n'a d'effet que concentré et chaud: il se produit alors une action assez vive, avec dégagement d'anhydride sulfureux.

II. D'autre part, nous avons préparé des alliages de cobalt et d'antimoine pour les soumettre à l'action du trichlorure d'antimoine. Ils s'obtiennent homogènes, par union directe: nous avons effectué leur fusion dans l'hydrogène; une incandescence se produit, lorsque le mélange pulvérulent des deux corps atteint 500°; elle est particulièrement vive pour la proportion de 67,04 pour 100 d'antimoine.

Nos résultats nous conduisent à séparer ces alliages en trois classes:

1° Les alliages contenant moins de 67,04 pour 100 d'antimoine, attirables à l'aimant, abandonnent, sous l'influence des acides chlorhydrique ou sulfurique, des cristaux de Co Sb, dénués de propriétés magnétiques. Maintenus autour de 800°, dans la vapeur de trichlorure d'antimoine, ils perdent la propriété d'être attirés à l'aimant; le produit titre alors 67,04 pour 100 d'antimoine.

Le composé Co Sb, maintenu dans un courant d'hydrogène, commence à perdre de l'antimoine vers 1450°; aussi ces alliages, plus riches que lui en cobalt, peuvent-ils être obtenus par la décomposition de cet antimoniure. Dans ces opérations, CoSb, privé de propriétés magnétiques, les acquiert dès la perte d'antimoine, ce qui fixe à 67,04 pour 100 d'antimoine la limite du magnétisme des alliages cobalt-antimoine.

2° Les alliages, contenant de 67,04 à 80,27 pour 100 d'antimoine, se décomposent facilement sous l'influence de la chaleur; maintenus à 1200° dans un courant d'hydrogène, ils fournissent rapidement le composé CoSb. La vapeur de trichlorure d'antimoine substituée à l'hydrogène ne change pas le résultat de l'opération; mais un dépôt de chlorure de cobalt accompagne alors l'antimoine éliminé.

Inversement, à 1300°, la vapeur d'antimoine entraînée par l'hydrogène sur le cobalt nous a fourni CoSb, en lingots extrêmement fragiles.

3° Les alliages à plus de 80,27 pour 100 d'antimoine possèdent les propriétés des précédents, mais le début de leur décomposition dans un courant d'hydrogène est fixé à 700°; de plus, on peut en isoler, par attaques à l'acide azotique et lavage de la masse obtenue par l'acide chlorhydrique ou la potasse, l'antimoniure $CoSb^2$, contenant 80,27 pour 100 d'antimoine. Cet antimoniure est une poudre grise, cristalline, résistant à l'action des acides chlorhydrique et sulfurique, ayant pour densité, à zéro, 7,76; il fond en se décomposant, dans l'hydrogène, vers 700°.

Conclusions. — Nous ne pouvons indiquer ici que les principaux résultats de trois études présentées le 16 juillet 1908 à la Société des Sciences phy-

siques et naturelles de Bordeaux. Ce travail nous amène à considérer les deux antimoniures CoSb, $CoSb^2$ comme les seules combinaisons existant dans les alliages de cobalt et d'antimoine; le premier seul peut s'obtenir à l'aide du trichlorure d'antimoine. Les réactifs chimiques ont sur ces deux antimoniures des effets semblables: ainsi, chauffés dans le chlore, ils donnent lieu à un vif dégagement de chaleur; du chlorure d'antimoine distille; avec l'oxygène, il y a incandescence et départ de fumées d'oxyde d'antimoine. Le soufre les attaque vivement avant de bouillir. L'acide azotique étendu ou concentré met rapidement du cobalt en solution et laisse un dépôt d'anhydride antimonique. L'eau régale les attaque très vivement, leur dissolution est totale. Les alcalis et les carbonates alcalins en fusion ne les attaquent que difficilement.

CHIMIE MINÉRALE. — *Combinaisons du silicium et de l'uranium. Bi-siliciure d'uranium* Si^2Ur. Note de M. **Ed. Defacqz**, présentée par M. Haller.

Dans deux Communications précédentes nous avons montré qu'on pouvait obtenir soit au four électrique, soit par voie aluminothermique le siliciure de tungstène Si^2Tu (1) et celui de molybdène Si^2Mo (2). Par un de ces procédés nous avons pu isoler le siliciure d'uranium Si^2Ur qui complète très heureusement la série des siliciures des métaux du groupe du fer.

Préparation. — On mélange intimement :

Aluminium en limaille	250 g
Soufre en fleurs	250
Silice calcinée	180
Oxyde d'uranium (U^3O^8) (3)	56

Les produits sont séchés et séparément réduits en poudre fine; puis leur mélange est introduit dans un creuset en terre cerclé d'une bande de feuillard solidement maintenue; on place ensuite ce creuset au milieu de sable fin contenu dans un grand récipient; une allumette tison posée sur une petite quantité de poudre d'allumage placée à la partie supérieure du mélange provoque l'inflammation de la masse. Après refroidissement on casse le creuset et les parties métalliques séparées du sulfure d'aluminium sont attaquées, à chaud, alternativement par l'acide chlorhydrique à 10 pour 100 puis par la soude également étendue: quand il ne reste plus qu'une poudre cristalline très

(1) Ed. Defacqz, *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 848.

(2) Ed. Defacqz, *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 1424.

(3) L'oxyde d'uranium employé était le résultat de la calcination de l'uranate d'ammoniaque.

miroitante, on la traite à l'acide chlorhydrique concentré puis à l'acide azotique chaud, pendant quelques instants, afin de débarrasser le siliciure des alliages aluminium-uranium; on reprend par un traitement à la soude étendue puis de nouveau à l'acide chlorhydrique également étendu; finalement on lave le siliciure à l'eau distillée jusqu'à ce que les eaux de lavages ne soient plus acides.

Propriétés. — On obtient ainsi, en petite quantité, une poudre d'aspect métallique gris clair éclatant; examinée au microscope elle se présente sous la forme de cristaux très brillants du premier système. La densité à 0° est de 8. Le chlore réagit vers 500° en donnant les chlorures correspondants.

Ce siliciure est soluble, facilement à froid, plus rapidement à la température du bain-marie, dans l'acide fluorhydrique concentré; il y a formation d'un précipité vert de tétrafluorure d'uranium hydraté, qui se transforme en un précipité jaune d'oxyfluorure hydraté par addition d'une petite quantité d'acide azotique; l'addition d'une plus grande quantité d'acide azotique donne finalement une liqueur jaune et limpide; il est insoluble à froid ou à chaud dans les acides chlorhydrique, sulfurique, azotique dilués ou concentrés; il est également inattaqué par l'eau régale.

Les oxydants ont peu d'action : l'air ne l'altère pas, même au rouge; ce n'est que vers 800° qu'il brûle lentement dans l'oxygène; les mélanges d'azotate et de carbonate alcalins vers leur point de fusion ne l'attaquent que faiblement; il en est de même des alcalis en solution; ces derniers fondus et les carbonates alcalins transforment, au rouge, le siliciure en silicate et uranate alcalins; il est également attaqué, mais lentement, par le bisulfate de potasse et bien au-dessus de son point de fusion.

Analyse. — Les premiers échantillons ont été analysés de la façon suivante : le siliciure était dissous dans le mélange des acides fluorhydrique et azotique; dans le résidu calciné et pesé on recherchait et l'on dosait l'alumine en précipitant, après dissolution, les deux oxydes par l'ammoniaque et en les séparant par le carbonate d'ammoniaque.

Pour doser le silicium et l'uranium dans le produit pur nous l'avons attaqué par le mélange de carbonate de potasse et de carbonate de soude; après dissolution la silice était séparée par la méthode d'insolubilisation habituelle; l'ammoniaque ajoutée à la solution filtrée en a précipité l'uranium sous forme d'uranate alcalin qui était traité par le procédé suivant : au précipité d'uranate alcalin sec on ajoute du chlorure d'ammonium et l'on calcine doucement le mélange sans atteindre la température de volatilisation des chlorures alcalins; on traite ensuite la masse par l'eau qui dissout le chlorure alcalin tandis que l'oxyde d'uranium absolument exempt d'alcali reste insoluble sous la forme de protoxyde; on le pèse sous cette forme ou on le transforme, suivant la méthode habituelle, à l'état de U^3O^8.

Nous avons trouvé ainsi les chiffres suivants :

	I.	II.	III.	Calculé pour Si^2Ur (1).
Si	»	20,04	19,55	19,16
Ur	80,19	79,73	80	80,83
Al	0,81	traces	traces	

(1) Pour Ur = 239,5 et Si = 28,4.

En résumé, le même procédé, déjà employé pour les oxydes de molybdène et de tungstène, appliqué à celui d'uranium permet d'isoler une combinaison siliciée Si^2Ur; il en résulte que les formules des siliciures de ces trois métaux correspondent à l'une des formules générales des siliciures des métaux du groupe du fer Si^2M.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la composition des colloïdes hydro-oxy-chloroferriques, étudiée par la filtration au travers des membranes en collodion.* Note de M. **L. Michel**, présentée par M. Roux.

Les matières colloïdales séparées à l'état de précipité ont une composition extrêmement variable, et telle qu'on ne peut rien déduire sur leur composition lorsqu'elles sont à l'état de petites particules dispersées dans la masse d'un liquide, d'autant plus que ce liquide ne doit à aucun moment être considéré comme dissolvant pur. La filtration au travers des membranes en collodion permet de séparer les particules capables de diffracter la lumière, les micelles. Le filtrat est le liquide intermicellaire et, en l'analysant comparativement avec la liqueur avant la filtration, on doit pouvoir reconnaître la composition des micelles. Je me suis proposé de vérifier le degré d'exactitude de cette méthode et des moyens analytiques employés.

Les solutions de $FeCl^3$ et des colloïdes qui s'y forment par hydrolyse, ne contenant en plus des éléments de l'eau que Fe et Cl, se prêtent à des dosages rigoureux de ces deux corps. Pour doser Fe, on évapore à 100°, dans des capsules tarées, des volumes exactement mesurés, en humectant avec HNO^3 à plusieurs reprises, on chauffe ensuite au rouge vif et l'on pèse Fe^2O^3. Pour doser Cl, on dilue avec HNO^3 jusqu'à la destruction complète du colloïde s'il y en a, et l'on ajoute alors $AgNO^3$: AgCl est recueilli, lavé, desséché et pesé sur l'amiante dans des creusets de Gooch tarés. Les pesées faites en double et répétées sur 500^{mg} à 50^{mg} concordent à $0^{mg},2$ près.

Voilà le dispositif adopté depuis 1904 pour la filtration (1). Des sacs en collodion qu'on a eu soin de maintenir constamment humides sont attachés au bout d'un manchon en verre.

On s'assure que la ligature est étanche, que la membrane n'est pas trouée, et l'on apprécie en même temps sa résistance à la pression intérieure en versant dans l'appareil

(1) Malfitano, *Comptes rendus*, 4 novembre 1904.

une portion de la liqueur qu'on veut étudier, et en le reliant avec un réservoir d'air comprimé muni d'un régulateur de pression. Sous une faible poussée, la membrane fonctionne comme filtre. On laisse tomber quelques gouttes et l'on rejette ces portions de la liqueur qui ont servi à rincer l'appareil. Ces précautions ayant été prises, si l'on filtre une solution quelconque de $FeCl^3$ fraîchement preparée et additionnée de HCl pour la rendre stable lorsqu'elle est diluée, on ne peut saisir aucune différence dans la composition de la liqueur avant ou après la filtration. Par contre, lorsque ces mêmes liqueurs sont tant soit peu opalescentes, les analyses menées comparativement sur la liqueur entière et sur le filtrat donnent par différence la teneur en Fe et en Cl des micelles retenues par la membrane. Comme cela se vérifie pour les précipités, la composition des micelles est très variable et, si l'on veut exprimer par nombre d'atomes le rapport Cl : Fe, on tombe, le plus souvent, sur des chiffres fractionnaires. Qu'on calcule les quantités de Fe^2O^3 et AgCl pour que ce rapport soit simple, et l'on voit que les différences sont trop grandes et ne peuvent être attribuées à des erreurs dans les dosages. Faut-il conclure que la matière colloïdale soit un composé unique auquel ne s'appliquent pas les lois fondamentales des proportions constantes et définies (1)? Il est, au contraire, évident qu'on se trouve en présence d'un mélange de composés homologues, et que les chiffres des analyses correspondent à des moyennes. En effet, il est possible de séparer dans une même liqueur colloïdale des portions ayant des proprietés et une composition différentes (2).

Je vais montrer sur quelles données analytiques est basée cette constatation, dont l'importance est capitale dans l'étude des colloïdes.

Dans une liqueur contenant du colloïde jaune ocre qui, après repos, avait formé un sédiment, j'ai séparé la portion supérieure où les micelles étaient en suspension, et, dans des parties aliquotes, j'ai trouvé Fe^2O^3 0g,0578, 0g,0578 et AgCl 0g,4150, 0g,4152. Dans des volumes égaux de la liqueur qui contenait le sédiment, j'ai trouvé Fe^2O^3 0g,1137, 0g,1138 et AgCl 0g,4358, 0g,4360. Ces deux portions, mises à filtrer, fournissaient un liquide intermicellaire qui avait la même composition et qui contenait Fe^2O^3 0g,0520, 0g,0522 et AgCl 0g,4110, 0g,4112.

Comme il fallait s'y attendre, les deux portions de la liqueur n'ont pas la même teneur, mais il est à remarquer que le rapport Cl : Fe diffère dans les deux portions.

Puisque le liquide intermicellaire a la même composition dans toute la masse de la liqueur, il faut conclure que les micelles en suspension contiennent Cl 1 : Fe 2,4 et celles déposées au fond Cl 1 : Fe 4,5. Ces conclusions sont, on le voit, tout à fait en dehors des causes d'erreurs.

Dans une liqueur parfaitement stable contenant du colloïde rouge brun, qu'on

(1) JACQUES DUCLAUX, *Thèse de Paris*, 1904; *Revue du Mois*, mars 1908.

(2) G. MALFITANO, *Comptes rendus*, 8 mai 1905.

obtient en versant $FeCl^3$ dans l'eau bouillante, on peut réaliser la séparation au moyen d'une centrifugation violente (2000 tours environ à la minute pendant 30 minutes). Les différences sont, il est vrai, moins accusées que dans l'expérience précédente, de 2^{mg} à 3^{mg} dans les pesées de Fe^2O^3 et de 4^{mg} environ dans les pesées de AgCl; elles permettent cependant d'affirmer que, dans le cas examiné, le rapport Cl : Fe est 1 : 3,2 dans le colloïde des couches supérieures et 1 : 2,9 dans le colloïde des couches inférieures.

Par la filtration au travers du collodion [1], on arrive aussi à séparer la même matière colloïdale en portions dont les propriétés et la composition sont différentes. Lorsqu'on filtre le colloïde rouge brun, les premières portions du liquide filtré sont colorées en jaune clair et ne se troublent pas par addition de K^2SO^4. Elles sont donc complètement exemptes de matière colloïdale. Mais, ensuite, le liquide qui filtre est coloré en rouge; il est optiquement vide, mais il se trouble par addition de K^2SO^4. Il contient donc du colloïde très finement divisé. En filtrant ce liquide rouge sur un nouveau sac en collodion, le colloïde, si fin qu'il soit, est retenu par teinture et le filtrat a la même composition que le liquide du début de la filtration précédente. De sorte que l'on peut établir, et en se basant sur des différences d'au moins de 2^{mg} dans les pesées, que c'est la fraction du colloïde la plus riche en Cl qui peut traverser la membrane. Dans un cas, par exemple, la composition du colloïde tout entier étant Cl 1 : Fe 3,8, il faut attribuer aux particules très petites qui passent dans le filtrat le rapport Cl 1 : Fe 1,4 ou Cl 1 : Fe 2,5.

Il faut donc conclure que l'on est en présence d'unités physiques où Cl et Fe entrent dans un rapport variable et qui peut être 1 : 1, 1 : 2, 1 : 3, etc.

Les conditions expérimentales réalisées dans cette étude par M. Malfitano comportent, on le voit, une exactitude suffisante pour autoriser les conclusions qu'il en a tirées.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un mode de production des carbures éthyléniques à partir des éthers-sels.* Note de M. Albert Colson, présentée par M. G. Lemoine.

Le benzoate d'éthyle, chauffé en tubes scellés au-dessous de 300°, n'est pas altéré; mais entre 305° et 310°, je l'ai dédoublé rigoureusement en acide benzoïque et en éthylène :

$$C^6H^5CO^2.C^2H^5 = C^6H^5CO^2.H + C^2H^4.$$

La décomposition est plus rapide à 330°, et donne au bout de 6 heures

[1] Malfitano, *Comptes rendus*, 5 juin 1906.

de chauffe, pour 10^{cm^3} de benzoate, environ 500^{cm^3} de gaz combustible. Ce gaz, exempt d'acide carbonique, plus léger que l'air, est totalement absorbé par le brome qui le transforme en un composé fusible à 9°. Il ne renferme que du carbone et de l'hydrogène dans la proportion de 6 à 1 : ce sont les caractères et la composition de l'éthylène.

Quant à l'acide benzoïque déposé dans le tube sous forme de cristaux blancs, je l'ai facilement caractérisé par son point de fusion, par sa composition et par sa neutralisation à l'aide de potasse titrée.

Le benzoate d'amyle, au-dessous de 300°, résiste, lui aussi, à la chaleur; mais il se décompose vers 305°-310° et plus nettement à 330°, en acide benzoïque et amylène. Après refroidissement, ce carbure a été séparé par distillation, puis rectifié et caractérisé.

Donc les éthers benzoïques fournissent des carbures éthyléniques C^nH^{2n}, lorsqu'on les chauffe en tubes scellés au-dessus de 300°. J'avais déjà constaté et signalé ce fait en étudiant l'action du phosphore blanc sur les éthers benzoïques (*Comptes rendus*, t. I, 1908, p. 817); j'ai reconnu ensuite que la présence du phosphore est sans influence sur la température et sur la rapidité du dédoublement.

J'ai essayé de supprimer les tubes scellés et de provoquer la décomposition continue des éthers benzoïques par une surchauffe à 350°. Même en présence de charbon de cornue, le résultat a été négatif.

En vase clos, le dédoublement des éthers benzoïques paraît être limité par la pression du gaz éthylène; car à une température fixe le volume d'éthylène obtenu n'augmente plus sensiblement au bout de 15 à 18 heures. De plus, si l'on soumet à une nouvelle période de chauffe analogue le vase clos dont on vient de retirer l'éthylène, sans y introduire une nouvelle quantité d'éther benzoïque, le nouveau volume d'éthylène dégagé est égal à l'ancien, malgré la présence de l'acide benzoïque résultant du premier dédoublement.

Pour corroborer ces expériences, j'ai tenté de mesurer les pressions de l'éthylène après le refroidissement de l'appareil. A cet effet, j'ai mis du mercure au fond d'un tube résistant, j'ai plongé dans ce liquide un tube thermométrique dont le réservoir était percé d'un trou. J'ai noyé dans le benzoate d'éthyle le manomètre à air ainsi constitué; puis, après fermeture du tube extérieur et chauffage à 310°-312°, j'ai obtenu les résultats suivants, lus à 15° :

Au bout de	7	heures,	la pression de l'éthylène est de	$20^{atm},5$
»	14	»	»	21,7
»	18	»	»	21,7

La pression reste exactement à $21^{atm},7$, soit après 48 heures d'une tempé-

rature voisine de 15°, soit après 4 heures de réchauffement à la température de 280°.

Il semble donc qu'il existe une tension fixe à 310°; cette tension se maintient à 280°, dénotant une sorte d'irréversibilité du phénomène. J'ai déjà rencontré ces tensions fixes et persistantes dans la décomposition des carbonates de plomb et d'argent; mais j'ai montré que l'inaction du gaz carbonique tenait à la polymérisation des oxydes métalliques mis en liberté. Dans le cas des éthers benzoïques, il n'en est plus de même, puisque tous les corps solides sont dissous dans l'excès d'éther. Il est vrai qu'alors l'équilibre dépend de deux variables en vertu de la loi des phases : la pression et la concentration de l'acide benzoïque dissous dans l'excès d'éther benzoïque; il est possible que la concentration soit insuffisante pour déterminer la reconstitution du benzoate d'éthyle. Il se peut aussi que la zone des reconstitutions commence au-dessus de la température de 280°. Cette question est difficile à trancher, à cause de la difficulté de manier à la fois les hautes pressions et les températures élevées quand on est mal outillé.

J'ai préféré chercher si le dédoublement ci-dessus constaté sur l'éther benzoïque s'étendait aux éthers d'acides gras, et j'ai étudié le stéarate d'éthyle.

J'ai constaté avec surprise que cet éther, qui se décompose partiellement à 224° quand on le distille, résiste au contraire très bien à une température de 300° quand on le chauffe sous pression en tube scellé.

La pression stabilise donc cet éther; et comme les graisses sont des éthers, on comprend pourquoi les graisses comprimées conservent leurs qualités au contact de parois surchauffées (lubrification de certains organes mécaniques).

D'autre part, vers 315°, l'éther stéarique dégage lentement de l'éthylène, environ 35^{cm^3} pour 7^g au bout de 6 heures. Cette quantité double après 1 heure de chauffage vers 235°. Il se forme simultanément de l'acide stéarique incolore, fusible à 71°. Donc :

L'éther stéarique, comme les éthers benzoïques, fournit de l'éthylène et dégage l'acide combiné.

Ce mode de décomposition s'étend même aux éthers des acides minéraux, puisque la préparation habituelle de l'éthylène résulte en somme de la décomposition du sulfate d'éthyle vers la température d'ébullition de l'acide sulfurique.

En résumé, qu'on parte d'un éther aromatique, d'un éther gras ou d'un

éther minéral, une température élevée provoque le dédoublement de ces éthers en carbure éthylénique et en acide correspondant.

La préparation classique de l'éthylène n'est donc pas une expérience isolée; c'est un cas particulier de la réaction générale que je viens d'établir.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydrogénation du triphénylméthane : tricyclohexylméthane.* Note de M. **Marcel Godchot**, présentée par M. Haller.

Le triphénylméthane $(C^6H^5)^3 \equiv CH$, carbure non saturé, possédant neuf doubles liaisons, peut théoriquement fixer 18^{at} d'hydrogène en se transformant en composé saturé $(C^6H^{11})^3 \equiv CH$, carbure répondant à la formule du tricyclohexylméthane. La présente Note a pour but d'indiquer le mode de préparation de ce nouveau corps.

Je signalerai auparavant les recherches entreprises récemment en vue d'obtenir des dérivés du triphénylméthane dans lesquels un, deux et même trois noyaux benzéniques sont hydrogénés complètement.

Par action du chlorure du cyclohexylmagnésium $C^6H^{11}ClMg$ sur la benzophénone $(C^6H^5)^2CO$, MM. Sabatier et Mailhe (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 343) obtinrent seulement le benzhydrol $C^6H^5.CHOH.C^6H^5$, avec élimination de cyclohexène C^6H^{10}. De même, ces savants, en faisant agir le chlorure de cyclohexylmagnésium sur la cétone $C^6H^{11}-CO-C^6H^{11}$, n'isolèrent que du dicyclohexylcarbinol $C^6H^{11}-CHOH-C^6H^{11}$, avec départ de cyclohexène; l'action de l'oxychlorure de carbone sur le chlorure de cyclohexylmagnésium ne leur fournit également que du dicyclohexylcarbinol au lieu du tricyclohexylcarbinol attendu.

Plus récemment, MM. Carl Hell et Oscar Schaal (*Berichte der deut. chem. Gesell.*, t. XL, 1907, p. 4116) d'une part, MM. Julius Schmidlin et Robert von Escher (*Berich. deut. chem. Gesell.*, t. XLI, 1908, p. 449) d'autre part, en faisant agir le bromure de benzylmagnésium C^6H^5Br sur l'hexahydrobenzoate d'éthyle $C^6H^{11}.CO^2C^2H^5$, purent isoler, parmi les produits de la réaction, le diphénylcyclohexylcarbinol

$$C^6H^{11}-C(OH).(C^6H^5)^2,$$

qui, par perte de 1^{mol} d'eau, leur fournit un carbure non saturé $C^6H^{10}=C(C^6H^5)^2$. A ma connaissance, ces deux derniers composés sont les seuls dérivés hydrogénés du triphénylméthane actuellement connus.

La méthode d'hydrogénation si féconde et si élégante, instituée par MM. Sabatier et Senderens, est susceptible d'être appliquée au triphénylméthane; en effet, elle m'a permis de fixer sur ce carbure 18^{at} d'hydrogène et d'obtenir ainsi le tricyclohexylméthane.

Le mode opératoire est identique à celui que j'ai suivi pour l'hydrogénation des corps solides à poids moléculaires élevés (anthracène, anthraquinone, anhydride orthophtalique) : il consiste, dans ce cas particulier, à entraîner la vapeur de triphénylméthane par un courant d'hydrogène sur le métal catalyseur, chauffé à température convenable. Le triphénylméthane, fusible à 92° et sublimable vers 200°, est placé dans une nacelle à l'extrémité supérieure du tube à nickel chauffé à une température voisine de 220°; le passage du gaz était réglé à la vitesse de 20^{cm^3} à la minute; dans ces circonstances, on recueille, comme produit brut de l'hydrogénation, un liquide qui est soumis ensuite à une distillation fractionnée dans le vide.

90^g de ce liquide, distillés sous une pression de 30^{mm}, m'ont fourni une première portion de 20^g passant à la distillation entre 175° et 222° et une deuxième portion de 50^g passant entre 223°-227°. Cette dernière portion, fractionnée à plusieurs reprises, fournit un composé, bouillant entre 210°-212° sous 20^{mm}, ayant une densité de 0,9894 prise à 13°, dont l'analyse a donné les nombres suivants : C pour 100 = 89,92; H pour 100 = 10,06, nombres qui se rapprochent beaucoup de ceux exigés pour la composition centésimale du dicyclohexylphénylméthane, $C^{19}H^{28}$ (théorie pour $C^{19}H^{28}$: C pour 100 = 89,07; H pour 100 = 10,98). Il apparaît cependant que ce carbure n'a pu être isolé dans un état de pureté parfaite et il doit renfermer une petite quantité soit de triphénylméthane, soit de cyclohexyldiphénylméthane dont la présence tend à élever le pour 100 de carbure et à diminuer celui de l'hydrogène.

Aussi m'a-t-il paru préférable de chercher à isoler le produit ultime de l'hydrogénation du triphénylméthane. Dans ce but, j'ai soumis de nouveau à l'action hydrogénante du nickel la portion du liquide ayant distillé entre 175°-222°. Dans cette seconde hydrogénation, me basant sur les faits déjà observés lors de l'obtention du perhydrure d'anthracène (Godchot, *Ann. de Chim. et de Phys.*, décembre 1907), la température du nickel était abaissée à 180°; l'hydrogène ne passait qu'à une vitesse très faible; dans ces conditions, j'ai obtenu un liquide, distillant à 140°, sous 20^{mm}, qui, analysé, m'a fourni les nombres suivants :

C pour 100 = 87,21; H pour 100 = 13,10;
C pour 100 = 86,92; H pour 100 = 13,13.

La théorie pour le tricyclohexylméthane, $C^{19}H^{34}$, exige : C pour 100 = 87,03; H pour 100 = 12,97.

Il résulte donc que le triphénylméthane peut fixer 18^{at} d'hydrogène et donner naissance ainsi au tricyclohexylméthane $(C^6H^{11})^3 \equiv CH$.

Le tricyclohexylméthane est un liquide incolore, à odeur aromatique; il bout à 140° sous 20^{mm}; sa densité, prise à 13°, est égale à 0,8406. Insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool et l'acide acétique, il se dissout très facilement dans l'éther ordinaire et la benzine. Ses solutions ne sont pas fluo-

rescentes, à l'inverse de ce qui se passe avec le triphénylméthane. Traité par l'acide sulfurique concentré et chaud, il fournit une coloration brune. Le brome, en solution sulfocarbonique, le transforme en dérivé bromé avec départ d'acide bromhydrique. Je me propose de faire connaître prochainement certains dérivés du tricyclohexylméthane.

MINÉRALOGIE. — *Observations sur une Note de M. L. Paris, sur la reproduction de la coloration bleue du saphir oriental.* Note de M. **A. Verneuil**, présentée par M. A. Lacroix.

Au cours d'une étude générale sur les colorations communiquées au corindon par les oxydes métalliques et faisant suite à la reproduction artificielle du rubis par fusion [1], dont l'industrie développée depuis 6 ans produit annuellement plus de 5 millions de carats, j'ai constaté à diverses reprises l'impossibilité de colorer l'alumine fondue à l'aide de l'oxyde de cobalt, bien que l'oxyde de nickel communique à l'alumine fondue une belle coloration jaune.

La très puissante coloration bleue obtenue par la calcination à haute température d'un mélange d'oxyde de cobalt et d'alumine disparaît, en effet, dès qu'on atteint la température de fusion de l'alumine, et même à la dose de 5 pour 100 d'oxyde de cobalt, la masse fondue, en procédant par semage dans les conditions que j'ai indiquées pour reproduire le rubis, est incolore.

Dans nos recherches sur la cristallisation de l'alumine par l'action des fluorures sur l'alumine additionnée de différents oxydes métalliques, nous avions reconnu, Fremy et moi, que, malgré l'addition dans la brasque alumineuse d'une quantité considérable d'oxyde de cobalt, les cristaux de corindon obtenus étaient tout à fait incolores, ce qui démontre que même à une température très inférieure à celle de son point de fusion, l'alumine n'est pas susceptible, en cristallisant, de se colorer par l'oxyde de cobalt.

Dans des conditions analogues, mais en maintenant le milieu réducteur, nous obtenions, à l'aide de l'oxyde de fer, une assez belle coloration bleue, sur laquelle j'aurai l'occasion de revenir.

J'ai pensé qu'il serait possible de fixer l'oxyde de cobalt, probablement à l'état de sesquioxyde, par la présence d'une petite quantité d'un oxyde

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 791, et *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. III, p. 20.

fixe le retenant à l'état de spinelle, et j'ai obtenu, à l'aide de la magnésie ajoutée au mélange, une coloration bleue extrêmement puissante et déjà forte pour une dose de cobalt n'atteignant que quelques millièmes.

L'intéressante Note de M. Paris (¹) sur le rôle de la chaux dans cette coloration m'engage à indiquer ces résultats déjà anciens et dont l'analogie avec ceux qu'il vient de décrire me servira à réfuter son assertion relative à la reproduction de la coloration bleue du saphir oriental par fusion.

J'indiquerai d'abord très succinctement la préparation de cette imitation du saphir par la fusion de l'alumine additionnée des oxydes de cobalt et de magnésium.

On obtient un mélange suffisamment homogène d'alumine et de magnésie en calcinant, au rouge, de l'alun d'ammoniaque et du sulfate de magnésie cristallisés, purs et finement broyés ensemble; une seconde calcination vers la température de 1000°, après broyage des sous-sulfates obtenus par la première chauffe, achève l'expulsion de la plus grande partie de l'acide sulfurique et donne la matière destinée à être placée dans le panier de toile métallique de la chambre du chalumeau que j'ai décrit.

La fusion de ce mélange d'alumine et de magnésie donne évidemment des résultats variables avec la quantité de magnésie en présence. On observe que la masse fondue demeure opaque, après refroidissement, tant que le mélange renferme une quantité de magnésie inférieure à 4,5 ou 5 parties pour 100 parties d'alumine, rapports qui correspondent, pour la première de ces doses de magnésie, à la formule $Al^2O^3, MgO\,\frac{11}{100}$, indiquant approximativement un dixième de l'alumine à l'état de spinelle dans la masse.

C'est dans ce même mélange d'alun et de sulfate de magnésie que l'addition d'un sel de cobalt représentant 0,1 pour 100 de sesquioxyde de cobalt développe, après calcination et fusion, une belle coloration bleue. Lorsque la quantité de cet oxyde atteint 1,5 à 2 pour 100, l'intensité de la coloration dépasse celle des saphirs les plus foncés.

Le mélange à employer pour une dose de cobalt correspondant à 1 partie pour 100 parties d'alumine et 4,5 parties de magnésie, qui m'a paru être la plus faible dose qu'on puisse employer, répond aux proportions suivantes :

Alun d'ammoniaque	100
Sulfate de magnésie cristallisé	3,152
Oxyde noir de cobalt dissous	0,114

La coloration bleue ainsi obtenue diffère complètement de celle du saphir naturel et ne peut tromper l'œil exercé, car elle prend une forte teinte

(¹) *Comptes rendus*, ce Volume, p. 933.

violette à la lueur rougeâtre de la bougie. Le produit obtenu par M. Paris et présentant une teinte reconnue identique à celle du saphir est donc vraisemblablement coloré par un mélange d'oxydes de cobalt et de fer, la présence de ce dernier oxyde masquant la coloration violette que peut présenter le cobalt seul aux lumières artificielles colorées.

Il est évident que ce n'est là qu'une heureuse similitude et une simple imitation de la coloration du saphir, dans la composition duquel le cobalt n'a jamais été signalé.

Bien plus, le fait principal et très intéressant, exposé dans le Mémoire de M. Paris, à savoir que la coloration du cobalt ne se développe que dans l'alumine fondue et solidifiée à l'état amorphe, démontre que le saphir naturel, incontestablement cristallisé, ne peut être coloré par l'oxyde de cobalt, et que les colorations bleues obtenues par le même auteur à l'aide des oxydes de chrome et de fer, dans cette alumine amorphe et calcaire, ne peuvent être considérées comme reproduisant la coloration du saphir oriental.

La reproduction de cette gemme, par le procédé de fusion, n'a donc pas été réalisée jusqu'à présent.

MINÉRALOGIE. — *Sur le gabbro et le minerai de fer du Joubrechkine Kamen (Oural du Nord).* Note de M. **Louis Duparc**, présentée par M. A. Lacroix.

Le Joubrechkine Kamen est situé à une dizaine de kilomètres à l'est du confluent de la Wichera avec la rivière Violce; il forme une crête rocheuse et dénudée, dirigée à peu près Nord-Sud, dont la hauteur au point culminant dépasse 850^{m}. Il est entièrement formé par des gabbros qui percent en boutonnière au milieu des schistes cristallins métamorphiques considérés généralement comme infra-dévoniens. Ces gabbros sont d'un type très banal dans l'Oural du Nord; on les rencontre en dykes plus ou moins puissants dans les formations du dévonien inférieur, ou dans celles des quartzites et conglomérats plus anciens. Au Joubrechkine, le gabbro en place n'est visible que sur les points où l'on a fait des travaux de recherches; partout ailleurs, la montagne est couverte de blocs anguleux de cette roche, sur lesquels on peut distinguer plusieurs variétés, qui passent les unes aux autres. Certains types sont grossièrement grenus et mésocrates, d'autres

sont à grain plutôt fin, mélanocrates, ou encore ophitiques; d'autres enfin sont schisteux par dynamométamorphisme.

Sous le microscope, toutes ces variétés se montrent très altérées et ouralitisées; le pyroxène a totalement disparu, il est remplacé par une hornblende presque incolore, en cristaux allongés ou en amas parfois plus ou moins fibreux. Elle est de signe optique négatif, s'éteint à 17° environ dans $g^1(010)$; ses biréfringences sont : $n_g - n_p = 0,025$, $n_g - n_m = 0,0108$, $n_m - n_p = 0,0132$ (compensateur). Le polychroïsme est à peine appréciable, n_g = vert très pâle, n_m et n_p = presque incolores; l'angle 2V est voisin de 90°. Le leucoxène est très abondant; il se présente en grains isolés ou en auréoles autour de la magnétite. Quant aux feldspaths, ils ont complètement disparu et sont remplacés par des petits amas kaoliniques parsemés de plages d'épidote et de grains de quartz secondaire.

Parmi les blocs de gabbro on trouve aussi de nombreux fragments d'une roche noirâtre, très dense, qui, à l'œil nu, paraît surchargée de magnétite, et qui constitue un véritable minerai de fer. J'ai tout d'abord pensé que cette roche formait des filons dans le gabbro; un examen plus approfondi m'a permis de me convaincre qu'il n'en était pas ainsi et qu'elle représentait un curieux produit de ségrégation basique, distribué dans ce gabbro d'une façon absolument irrégulière et y formant des amas et des traînées souvent très considérables. Sous le microscope, l'élément constitutif principal de cette variété est la magnétite. Ce minerai se présente en grains homogènes assez gros, ou encore en plages irrégulières, parfois légèrement caverneuses. Ces grains de magnétite sont réunis par un véritable ciment formé d'aiguilles enchevêtrées de hornblende, associées à des cristaux de plus grande taille du même minéral. Cette hornblende diffère de celle qu'on rencontre dans le gabbro ordinaire; elle est fortement colorée, très polychroïque et présente les propriétés optiques suivantes : l'allongement prismatique est marqué et toujours positif, les clivages $m(110)$ sont distincts bien que souvent mal accusés, les profils géométriques font défaut. Le plan des axes optiques est parallèle à g^1. La bissectrice aiguë est négative, l'angle 2V mesuré = 48°; dans g^1, n_g s'éteint à 12°. Les biréfringences mesurées au compensateur ont les valeurs suivantes :

$$n_g - n_p = 0,0264, \qquad n_g - n_m = 0,0055, \qquad n_m - n_p = 0,0183.$$

Le polychroïsme est comme suit :

n_g = bleu verdâtre foncé, n_m = vert jaunâtre, n_p = jaune avec une pointe de rose.

La variété se rattache sans doute au groupe des glaucophanes. La hornblende est fréquemment froissée et déchirée par les actions dynamiques;

ses extinctions sont alors onduleuses. Toute trace de feldspath a complètement disparu dans cette roche, mais on y trouve çà et là quelques petits amas kaoliniques disséminés parmi la hornblende qui, au fort grossissement, se montrent parsemés d'une multitude de petits grains d'épidote. Dans certains spécimens très riches en fer qui, à l'œil nu, paraissent formés par de la magnétite compacte, les cristaux de ce minéral se touchent directement, et la hornblende se développe dans les interstices. Dans d'autres moins ferrugineux, les grains de magnétite sont disséminés parmi les cristaux d'amphibole, et la diminution progressive de cette magnétite fait graduellement passer la roche au type de gabbro franc. Les analyses suivantes donnent la composition du gabbro et celle de la ségrégation basique qui forme le minerai :

	a. Gabbro.		*b*. Ségrégation basique (minerai de fer).	
SiO^2	47,97		26,62	
TiO^2	1,30		9,50	
Al^2O^3	13,50		11,62	
Fe^2O^3	3,55	16,30 Fe^2O^3	19,50	43,80 Fe^2O^3
FeO	11,47		21,87	
MnO	traces		0,20	
CaO	10,63		6,47	
MgO	6,51		2,57	
K^2O	0,26		0,34	
Na^2O	2,78		1,06	
Perte au feu	1,60		1,30	
	101,56		101,05	

L'échantillon de minerai analysé correspond à un type moyen; d'autres variétés plus riches en fer ont donné jusqu'à 58,40 pour 100 de Fe^2O^3 avec une proportion de titane toujours élevée. Ce dernier élément se trouve certainement à l'état d'ilménite, car le leucoxène paraît manquer dans la roche à minerai.

PHYSIOLOGIE. — *Effets comparés des sérums à minéralisation complexe et de l'eau salée sur les phénomènes d'excrétion et de nutrition.* Note de M. C. Fleig, présentée par M. Bouchard.

J'ai étudié les modifications produites comparativement par l'eau salée simple et par les sérums à minéralisation complexe sur les divers systèmes

d'excrétion et sur la nutrition. Ces recherches ont porté sur les phénomènes d'élimination par le rein et par le tube digestif, provoqués sous l'influence soit de *petites injections répétées*, soit d'*injections massives*, soit d'*injections prolongées à vitesse lente*, et ont été faites surtout chez le chien, partiellement chez le lapin et chez l'homme.

Les *petites injections répétées*, à la dose de $0^{cm^3},5$ à 1^{cm^3} par kilogramme, ne modifient que peu l'élimination rénale, qu'il s'agisse de l'eau salée simple ou de sérums à minéralisation complexe; le taux de l'*urée* augmente légèrement dans les deux cas; la nutrition, à en juger par le *rapport azoturique*, le taux des *phosphates* et la *cryoscopie urinaire*, s'accélère un peu, mais sans différence nette suivant le sérum employé.

Des *injections* (*intra-veineuses ou intra-musculaires*) *de* 500^{cm^3} *à* 800^{cm^3} *de sérums complexes pratiquées chez l'homme*, après avoir amené des phénomènes réactionnels comparables à ceux des injections d'eau salée isotonique, frissons, chaleur, sueur, etc., provoquent un *effet diurétique* pendant les 24 heures qui suivent; mais celui-ci, chez un même individu, est rarement plus intense que celui qui succède à une simple injection d'eau salée. Dans les deux cas, *le taux de l'urée et des sels de l'urine, bien que diminué par litre en raison de la polyurie, augmente* si le régime alimentaire a été maintenu; de même pour le *rapport azoturique*, la *diurèse moléculaire totale* et la *diurèse moléculaire élaborée*. L'hypotoxicité urinaire est constante, accompagnée d'ailleurs d'une *diminution du coefficient urotoxique*; le poids de la molécule élaborée moyenne, étudié suivant la méthode de M. le Professeur Bouchard, subit un abaissement; quant à la toxicité de cette molécule elle-même, elle ne diminue que de façon assez inconstante. Il s'agit en somme d'une *accélération dans les éliminations urinaires et dans les oxydations organiques*; la plus grande activité du mouvement nutritif et l'augmentation de la diurèse expliquent l'abaissement du coefficient urotoxique, la scission des molécules toxiques en molécules plus simples et moins toxiques devenant ainsi plus complète, et l'élimination de celles-ci plus facile en raison de leur dilution.

En général, chez un même individu, toutes ces différentes modifications, se rapportant uniquement à l'urine des 24 heures après l'injection, sont plus accentuées sous l'influence des sérums à minéralisation complexe que sous l'influence de l'eau salée simple; il n'y a cependant point de règle absolue.

Si l'on étudie au contraire les mêmes modifications, non plus pendant un seul jour après l'injection, mais pendant une série de 4 ou 5 jours, les différences s'accentuent et *ce sont les sérums à minéralisation complexe dont*

les effets utiles sont les plus marqués. Les divers résultats ainsi obtenus chez l'homme s'observent aussi chez le chien, chez lequel nous les avons retrouvés; mais les quantités de liquide injectées étaient proportionnellement plus fortes (400$^{cm^3}$ à 800$^{cm^3}$ pour des chiens de 15^{kg} à 20^{kg}) et en général répétées pendant 3 jours consécutifs.

C'est en utilisant les *injections prolongées à vitesse lente* qu'on peut arriver à mettre en évidence les différences les plus marquées entre l'action des deux sortes de sérum.

Chez le chien (non anesthésié) une sonde est placée à demeure dans la vessie, et l'on recueille, avant de commencer l'injection, un échantillon d'urine normale en vidant complètement la vessie. On injecte alors dans les veines, pendant 3 heures consécutives, le sérum à examiner, à une *vitesse constante variant de* 0$^{cm^3}$,7 *à* 1$^{cm^3}$ *par minute et par kilogramme d'animal.* A partir du début de l'injection, on recueille l'*urine totale de chaque quart d'heure successif pendant les 3 heures que dure l'injection*, et pour chaque échantillon, comme pour l'urine normale, on prend la *densité*, le *point cryoscopique* et l'on dose les *chlorures*. L'injection finie, l'animal est mis en cage et, pendant les 6 à 9 jours qui suivent, on recueille l'*urine de chaque période de* 12 *heures* pour l'examiner comme les échantillons précédents. Pour cette urine, et pour l'urine normale, j'ai en outre souvent établi le *rapport azoturique* et la *toxicité* [1]. Les chiffres obtenus permettaient de construire une série de Tableaux intéressant l'*excrétion de l'eau* (*diurèse liquide proprement dite*) et l'*excrétion des matériaux dissous*, la *diurèse moléculaire totale*, la *diurèse moléculaire achlorée*, le *poids de la molécule élaborée moyenne et sa toxicité*, etc., pour les diverses périodes de *temps considérées*. Pour supprimer les causes d'erreur dues aux différences individuelles, on comparait les effets de l'eau salée simple et ceux des sérums complexes *sur chacun des animaux en expérience*, les injections étant espacées les unes des autres de 15 jours à plusieurs mois.

Dans ces conditions, l'augmentation d'activité des fonctions d'élimination et de nutrition est beaucoup plus marquée lorsqu'il s'agit de sérums à minéralisation complexe que de l'eau salée à 9 pour 1000. *La diurèse, dans le cas des sérums complexes, est nettement plus abondante et plus rapide à la fois pour l'élimination de l'eau et celle des matériaux dissous.* Le taux de la diurèse liquide est deux fois plus élevé; la diurèse moléculaire totale et la diurèse moléculaire achlorée sont aussi plus intenses; le poids de la molé-

---

[1] Le coefficient urotoxique était calculé non plus pour les 24 heures, mais pour chaque période de 12 heures.

Dans certains cas, où l'écoulement de la *salive* devenait, sous l'influence de l'injection, extrêmement abondant, j'ai déterminé aussi les variations du point cryoscopique de ce produit de sécrétion.

cule élaborée moyenne se trouve, au contraire, plus faible et sa toxicité diminuée, en général, dans de plus fortes proportions. L'augmentation du rapport azoturique est plus accentuée et plus durable.

Au point de vue de l'élimination urinaire, le fait le plus important est en somme l'excrétion plus abondante de l'eau, des matériaux solides totaux et du nombre de molécules dissoutes, c'est-à-dire un *travail d'élimination rénale plus intense*. Or on sait que, pour des injections comparables entre elles, ce travail, représenté par les volumes liquides et le nombre des molécules solides éliminées par le rein, est fonction inverse du degré toxique du liquide injecté et fonction directe du degré d'intégrité du milieu vital (Quinton). *Les sérums à minéralisation complexe réalisent donc des milieux moins toxiques encore que le sérum physiologique ordinaire, et l'altération qu'ils apportent au milieu vital intercellulaire naturel est moindre encore que celle que produit la solution chlorurée simple* (1).

La *quantité de produits toxiques éliminés* d'autre part, à la suite de l'injection, est plus élevée dans le cas de sérums complexes.

Ces divers résultats sont l'indice d'une suractivité plus grande dans les phénomènes d'élimination et de nutrition sous l'influence des sérums à minéralisation complexe que sous l'influence de l'eau salée simple. *Ces sérums sont donc préférables à l'eau salée isotonique lorsqu'il s'agit d'accélérer la nutrition et la diurèse; l'action dynamogénique plus marquée qu'ils exercent sur les échanges organiques et la facilité plus grande avec laquelle ils permettent l'excrétion par les divers émonctoires les différencient nettement du sérum physiologique ordinaire.*

PHYSIOLOGIE. — *Sur le chlorotropisme normal des Pagures.* Note de M. **Romuald Minkiewicz**, présentée par M. Yves Delage.

Il y a juste 2 ans que j'ai été amené à contester la théorie de Sachs-Loeb, en me basant sur les faits frappants de l'inversion du chromotropisme des Némertes, *Lineus ruber* (sans inversion simultanée de leur phototropisme, qui reste toujours négatif vis-à-vis de la lumière diffuse), et mes

(1) Chez les animaux chez lesquels il s'établit, sous l'influence de l'injection prolongée, une suppleance entre le rein et le tube digestif et qui arrivent à sécréter en 3 heures plus de 250^{cm^3} de salive, l'étude cryoscopique de ce suc, établissant aux différents moments les variations de la diurèse salivaire (étudiées comme pour l'urine), amène à des conclusions analogues.

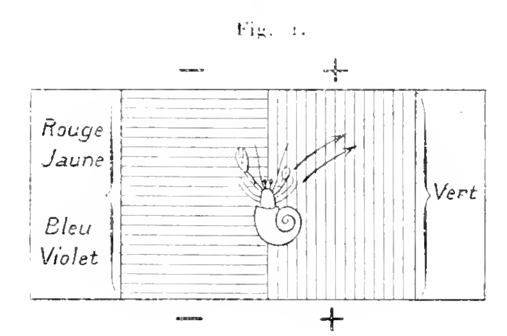
observations d'alors m'avaient fait affirmer que *tout rayon chromatique a une action spécifique et en même temps l'action de la lumière blanche n'est pas une simple résultante d'un mélange mécanique d'action de tous les rayons possibles du spectre* (*Comptes rendus*, t. CXLIII, n° 21).

En poursuivant mes recherches dans cette direction, j'ai rassemblé une quantité considérable de faits, concernant les animaux des groupes les plus disparates, et ces faits non seulement confirmèrent le plus positivement ma conclusion primitive, mais encore m'ont permis de m'éclairer sur quelques points du domaine de physiologie et de psycho-physiologie comparée.

Tel fut le cas du *chromotropisme variable* et *synchromatique* des *Maja* se développant toujours d'une façon individuelle sous l'influence directe du milieu chromatique et déterminant ainsi le *choix* de couleur correspondante, dans cet étrange *instinct de déguisement* dont je viens de faire l'analyse, allant jusqu'au dernier point possible dans l'état actuel de nos connaissances sur la nature des processus nerveux ([1]).

Tel est, à ce qu'il me semble, le cas actuel des Pagures, que je vais exposer succinctement dans ce qui suit.

Fig. 1.



Il est à remarquer que *tout animal exige des conditions particulières, afin qu'il puisse manifester ses propriétés chromotropiques*. Il est indispensable de trouver ces conditions-là sous peine de ne pouvoir rien observer dans la question qui nous occupe. Ainsi, par exemple, les Pagures (*Bernhardus, prideauxii, cuanensis*, etc.) ne manifestent nettement leur chromotropisme qu'étant placés sur le fond d'un aquarium de deux couleurs, à l'éclairage diffus et égal pour les deux moitiés de l'aquarium, comme dans la figure ci-dessus :

([1]) R. Minkiewicz, *Essai d'une analyse de l'instinct par la méthode objective, comparative et expérimentale* (*Revue polonaise de Philosophie*, t. X et XI, 1907-1908).

Tous les autres procédés, employés avec succès dans mes études sur d'autres animaux, dans le cas considéré ne donnent pas de résultats nets.

Mais, dans les conditions indiquées, les Pagures sont très commodes à expérimenter, ce qui tient à ce que, leur coquille leur permettant de s'écarter à tout excitant extérieur, on peut leur imposer une position voulue sur la ligne délimitant les deux surfaces colorées, sans les avoir surexcités. Placés sur cette ligne et laissés dans une tranquillité complète, ils sortent peu à peu de leurs abris, et c'est du moment de leur sortie des coquilles que s'établit la différence d'action de deux milieux colorés sur leurs yeux et leur tonus neuro-musculaire.

Cette différence se manifeste sitôt que les Pagures commencent à se mouvoir et alors on les voit se diriger immédiatement vers la couleur tropique, plus fortement positive que l'autre.

Voici donc un matériel bien convenable pour étudier plus précisément la nature de l'action tropique! Pour ma part, je n'y insiste pas et je ne m'occuperai dans cette Note que de l'action même des milieux chromatiques.

C'est la *couleur verte* qui, dans le cas considéré, *est la plus positive*; n'importe quelle teinte spectrale (rouge, jaune, bleue, violette) faisant couple avec le vert, les Pagures se dirigeront toujours vers le vert, comme le démontre bien la figure 1. Ils sont donc *chlorotropes*. Maintenus longtemps dans l'aquarium en question, ils occupent son côté vert seul et ne traversent jamais (dans la journée!) la limite fatale.

Mais les Pagures sont en même temps phototropes (+) ou bien, si l'on veut, *leucotropes*. Sur le fond blanc-noir, c'est le blanc qui sera constamment *choisi* : ce qu'on peut représenter par la formule

(1) (—) noir → blanc (+).

Le fond blanc est même plus positif que le vert, comme l'exprime la formule

(2) (—) vert → blanc (+).

La valeur tropique de toute autre teinte (le vert excepté) correspond à sa position dans le spectre solaire et augmente suivant l'ordre spectral vers la partie violette, selon la formule

(3) (—) rouge → jaune → bleu → violet (+).

Ainsi, par exemple, sur le fond rouge-jaune les Pagures se dirigent vers le jaune; sur le fond jaune-violet, vers le violet, etc.

Le noir est le plus négatif, ainsi

(4) (—) noir → rouge (+).

Si le vert n'existait point, l'échelle des valeurs tropiques serait :

(5) (—) noir → rouge → jaune → bleu → violet → blanc (+),

formule normale, selon la théorie de Loeb.

Mais le vert jouit d'une influence sur les Pagures aussi bien que sur l'œil humain; en conséquence l'*échelle tropique* se présente toute différente :

(6) (—) *noir* → *rouge* → *jaune* → *bleu* → *violet* → VERT → *blanc* (+).

Voici donc un fait des plus intéressants et absolument incompatible avec la théorie régnante.

Il est certain que *ce n'est point la luminosité de couleur* qui joue ici un rôle prépondérant, comme on pourrait me le reprocher par rapport à mes expériences précédentes sur les *Maja* et les *Lineus;* la couleur la plus lumineuse du spectre solaire et de mes papiers, c'est le jaune, non pas le vert. Et pourtant le jaune est ici beaucoup moins tropique, non seulement par rapport au vert, mais aussi aux autres couleurs moins lumineuses, comme le bleu et le violet.

Ce qui est encore plus frappant, ce sont les faits de l'inversion expérimentale du chlorotropisme des Pagures et surtout ceux des stades de passage et de l'apparition rythmique de cette inversion.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'éblouissement.*
Note de M. **Pierre Bonnier**, présentée par M. Yves Delage.

L'étude physiologique et clinique de l'éblouissement permet de donner de ce mot une étymologie plus acceptable, au point de vue sémantique et phonétique, que celle que proposent les dictionnaires (Littré, Hatzfeld et Darmestetter). Le mot allemand *blaud, blœd* signifie *affaibli* et non *ébloui*. Les plus anciens textes donnent pourtant l'orthographe *esbleuir* (XII[e] siècle), et certains patois du Nord gardent la prononciation ancienne et disent encore *ébleui* pour ébloui.

L'éblouissement est un phénomène qui s'associe volontiers à l'étourdissement, au vertige, à la nausée, à l'anxiété, à l'évanouissement et à bien d'autres symptômes bulbaires. Les centres de ces réactions nucléaires sont en rapports immédiats de contiguïté et de continuité, ce qui explique la facilité de leurs irradiations réciproques. C'est par le plus élevé de ces noyaux, celui de Deiters, qui appartient au système vestibulaire de l'oreille interne, que l'appareil visuel s'associe à ce groupement. D'anciennes observations cliniques et les expériences de M. de Cyon ont montré les con-

nexions des troubles labyrinthiques et visuels. Les belles expériences de M. Y. Delage, d'une technique plus précise, lui ont permis d'associer intimement l'appareil vestibulaire à celui de l'orientation visuelle. J'ai pu, de mon côté, par un grand nombre de faits cliniques et de déterminations physiologiques, montrer que les informations vestibulaires, qui nous donnent la notion des attitudes de la tête, forment la base naturelle d'opérations pour la régie des attitudes visuelles, du regard lui-même dans tous les détails de son exercice. J'ai énoncé cette loi clinique : qu'en présence d'un trouble quelconque du regard, l'attention du clinicien devait avant tout se porter sur l'examen fonctionnel de l'appareil auriculaire, tant périphérique que central.

Quand c'est l'appareil des canaux circulaires qui est affecté, nous éprouvons soit des déviations actives, soit des syncopes systématiques du *tonus de sustentation*, soit des sensations illusoires de déplacement. Du côté visuel, ce sont des mouvements nystagmiques définis, des troubles oculomoteurs variés, des sensations illusoires de déplacement des objets : ce sont les formes les plus banales du vertige.

Mais quand c'est la papille de l'utricule qui est en cause, ou ses centres bulbaires, les phénomènes ne sont plus d'ordre cinétique, mais d'ordre statique. C'est l'*étourdissement*, et non le vertige qui apparaît, et son correspondant visuel est l'*éblouissement*.

L'éblouissement peut être produit par une sorte de crampe de la musculature externe de l'œil, qui se trouve comprimé d'avant en arrière; l'éblouissement est alors celui que produisent la compression, la contusion du globe; il est lumineux, et a engendré les locutions : « j'en ai vu trente-six chandelles! je n'y ai vu que du feu! », au propre et au figuré.

Il peut encore être provoqué par la syncope brusque de la musculature externe avec détente de tout le globe; il se produit une action ventousante sur la rétine et l'éblouissement est obscur. On voit noir, on ne voit plus.

Des troubles vasomoteurs rétiniens, par voie sympathique, produisent ces mêmes effets.

Mais, entre ces extrêmes, se trouve l'éblouissement banal, celui qu'accusent le plus fréquemment les malades interrogés : « j'ai vu *gris*, j'ai vu *bleu* ».

Cet *ebleuissement* est l'origine de bien des locutions : « j'ai vu *bleu*, je n'y ai vu que du *bleu* »; quand il s'associe à l'effarement : « j'en suis *bleu*, j'en suis resté *bleu* »; à l'anxiété : « j'ai eu une peur *bleue* ». Dans la peur, beaucoup de réactions bulbaires s'associent : la pâleur, les urines nerveuses, l'oppression, les affres de la syncope, l'étourdissement, etc. Il est d'usage, dans certains villages du Nord, pour soulager un enfant de sa peur, de le « mener pisser son peur sur une *bleuse* pierre », ce qui est pousser loin l'analogie. On y dit couramment une *bleuse-vue*, pour une erreur quel-

conque; les mots *contes bleus* ont la même origine; de même les *blue devils* des Anglais.

Par analogie encore, tromper quelqu'un se dit le *bleuser*, le *blouser*. Ce mot *bleu* est passé dans beaucoup de jurons, où il s'est substitué au mot Dieu, grâce à cette coloration particulière que nous donnons à beaucoup de nos mouvements d'humeur, de réaction bulbo-protubérantielle.

Le mot *blouse*, le vêtement, dont les dictionnaires ne donnent pas l'origine, signifie simplement *bleuse*, *bleue*, et se prononce couramment ainsi dans ces patois, où les culottes se disent des *marronnes*. C'est l'adjectif passant à l'état substantif. Dans ces mêmes patois, loucher, voir double, se dit : faire le *berlou*, terme que nous retrouvons dans le français commun, dans double vue, *berlue*, avoir *la berlue*, une *berlue* à dormir debout, etc.

ANTHROPOMÉTRIE. — *Identification d'une empreinte de main ensanglantée sur un drap.* Note de M. V. **Balthazard**, présentée par M. Bouchard.

Ayant découvert sur un drap de lit, au milieu de flaques sanglantes, une empreinte qui paraissait produite par l'application d'une main ensanglantée, nous avons cherché s'il était possible d'arriver à une identification de l'individu qui avait commis le crime et qui avait appuyé sa main sur le drap.

Bien qu'on pût apercevoir d'une façon très nette, par places, des images de crêtes papillaires au niveau de la partie répondant à la paume de la main, il ne fallait évidemment pas songer à utiliser ces empreintes pour l'identification, car le dessin contrarié par la trame du tissu, cependant très fine, n'offre pas les éléments suffisants pour être superposé avec précision sur les empreintes des mains des individus soupçonnés.

Nous nous sommes surtout intéressé aux gros plis qui existent soit dans la paume de la main, soit sur le bord cubital.

Pour faciliter la description de notre procédé, qui pourra être dorénavant assez souvent appliqué en médecine légale, nous avons fait reproduire, aux deux tiers de la grandeur naturelle, l'image formée par l'empreinte sanglante sur le drap et celle obtenue en appliquant sur un papier blanc la main du criminel, préalablement enduite d'encre d'imprimerie. La première constitue la figure 1, la seconde la figure 2. Nous ferons immédiatement remarquer que ces reproductions sont loin de présenter la netteté des originaux et que beaucoup de détails intéressants ont disparu.

On remarque sur la figure 1 l'image un peu vague d'une main, image qui se précise lorsqu'on examine de près le talon de la main d'une part, les traces de doigts d'autre

part. On voit, en effet, en *a* et *a'* les traces laissées par un index recroquevillé, qui

Fig. 1.



s'est légèrement déplacé; en *b* la trace du médius; en *c* celle de l'annulaire et en *d* celle de l'auriculaire. La trace laissée par le pouce est masquée par la grosse flaque de

sang qui couvre la partie gauche de la figure. Dès à présent on peut dire que l'empreinte est celle d'une main droite.

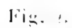


Fig. 2.

Sur le bord cubital de la main existe une série de stries foncées qui correspondent aux plis formés quand les doigts sont légèrement fléchis; nous en avons retenu neuf,

numérotées de 1 à 9. Si l'on se reporte à présent à la figure 2, qui représente l'empreinte de la main du criminel, on retrouve les mêmes stries avec une correspondance exacte, si parfaite qu'en prenant le calque de ces stries sur un papier transparent on peut en obtenir une superposition parfaite sur la figure 2.

Les particularités 10 et 11, qui répondent aux gros plis de flexion de la base du petit doigt, sont également très suggestives lorsqu'on les examine comparativement sur les deux figures.

L'encoche 12 se superpose très bien sur le gros pli qui circonscrit dans la paume de la main l'éminence thénar.

Ajoutons que la direction générale des crêtes papillaires formant le groupe 13 sur l'éminence hypothénar, correspond à celle qu'on observe sur l'empreinte de la main de l'individu soupçonné. Ce fait a d'autant plus d'importance que la direction des crêtes sur la paume de la main est extrêmement variable d'un individu à l'autre.

Nous arrivons donc à douze coïncidences, plus deux caractères très spéciaux des crêtes papillaires; nous aurions pu multiplier la recherche des coïncidences, mais dès à présent l'identification est certaine, car en comparant l'empreinte sanglante du drap aux empreintes des mains de nombreux individus, nous n'avons jamais pu dépasser trois ou quatre coïncidences pour les plis du bord cubital de la main et nous n'avons jamais observé la même direction pour les crêtes papillaires des éminences.

Mais pour parfaire une identification, devant laquelle s'est incliné l'assassin, nous signalerons encore un signe tout à fait caractéristique qu'on voit représenté en 15 sur la figure 1 et qu'on retrouve en 15 sur la figure 2 : il s'agit d'un durillon au talon de l'éminence hypothénar, stigmate professionnel laissé par le levier d'un appareil destiné à boucher des bouteilles de limonade.

Tel est le procédé nouveau que nous désirions faire connaître; nous avons montré qu'il est possible de tirer parti dans l'enquête judiciaire des empreintes laissées par les assassins sur des objets non polis, contrairement à l'opinion jusqu'ici admise.

[On remarquera que sur l'empreinte directe de la main (*fig.* 2) les plis de la main sont restés blancs, l'encre typographique étant demeurée sur les parties saillantes, alors que le sang a pénétré dans les creux; de cette façon les deux figures constituent des contre-types.]

PATHOLOGIE. — *Sur le* Leucocytozoon piroplasmoides *Ducloux, de la lymphangite épizootique des Équidés.* Note de MM. **A. Thiroux** et **A. Teppaz**, présentée par M. Laveran.

En 1873 Rivolta signale, dans le pus des tumeurs non ouvertes et des cordes lymphatiques de la lymphangite épizootique, des corps qu'il nomme *cryptocoques*. En 1883, il publie avec Micellone (1) un important Mémoire sur cette question. Bassi (2) et Nocard (3) retrouvent les mêmes corps. Canalis classe ces parasites dans le groupe des Coccidies. Piana et Galli-Valerio les rangent parmi les Sporozoaires, Fermi et Arusch parmi les Blastomycètes. Ces derniers auteurs obtiennent même, sur pomme de terre, une culture offrant les caractères d'une levure. Gasperini (4) colore des frottis par le Ziehl et observe des corps ovoïdes encapsulés, qu'il considère comme les kystes d'un Protozoaire, contenant un assez grand nombre de granulations. Ces granulations représenteraient des mérozoïtes ou des microgamètes.

Ducloux (5) signale enfin dans des frottis d'abcès lymphangitique, colorés par la méthode de Giemsa, un Protozoaire, siégeant dans l'intérieur des leucocytes, qu'il nomme *Leucocytozoon piroplasmoides*. Aucun Mémoire n'est encore venu confirmer cette découverte et quelques auteurs tendent même à voir, dans les corps signalés par Ducloux, les levures autrefois incriminées par Fermi et Arusch. L'année dernière nous avions déjà entrevu la véritable nature de l'affection, mais le matériel nous avait subitement fait défaut. Nous venons heureusement de retrouver un cas de lymphangite chez un

---

(1) Rivolta et Micellone, *Del farcino cryptococchio* (*Giorn. di Anat. fis. e patol.*, 1883, p. 143).

(2) Bassi, *Contribuzione alla monografia del farcino cryptococchio* (*Il medico veter.* 1883, p. 529).

(3) Nocard, *Sur le diagnostic de la lymphangite épizootique* (*Bull. de la Soc. centr. de Méd. vétér.*, 1891, p. 367).

(4) Gasperini, *Ulteriori ricerche sulla etiologia protozoaria della linfangite epizootica equina* (*Acc. med. fisica, Fiorentina*, 13 février 1908); *La linfangite protozoaria ed il suo agente specifico* (*Lymphosporidium equi*) (*Acc. med. fisica, Fiorentina*, 14 mai 1908).

(5) E. Ducloux, *Sur un Protozoaire dans la lymphangite épizootique du mulet en Tunisie* (*Comptes rendus Soc. Biol.*, 4 avril 1908, p. 593).

cheval que nous avons traité et guéri par l'orpiment et l'atoxyl de la trypanosomiase des chevaux de Gambie ([1]).

Les frottis obtenus par ponction des tumeurs non ouvertes ont été colorés par la méthode de Laveran (coloration à l'étuve à paraffine 30 minutes, différenciation au tanin 10 minutes). On y retrouve soit libres, soit contenus dans les leucocytes mono ou polynucléaires ou dans les grands macrophages, de petits corps sphériques ou ovoïdes, de 3µ à 5µ de diamètre, semblables au parasite du bouton d'Orient de l'homme, et n'en différant que parce qu'ils ne présentent qu'un gros karyosome et pas de petit micronucléus apparent ([2]). Le protoplasma du leucocyte hôte a souvent subi la dégénérescence vacuolaire, ce qui fait qu'il semble perforé de trous d'où se seraient échappés d'autres parasites. Les leucocytes bourrés de ces petits corps éclatent et l'on aperçoit souvent un noyau entouré de leucocytozoaires, mis en liberté par la rupture du protoplasma.

On peut aussi voir le double contour signalé chez le cryptocoque, cependant il s'observe moins souvent sur les parasites endoleucocytaires et on le retrouve surtout sur les parasites libres ou contenus dans des débris de leucocytes. Nous pensons que ce n'est qu'un artifice de préparation, dû à une dessiccation inégale. Le Protozoaire, probablement plus épais, ne se desséchant qu'après que la couche albumineuse qui l'entoure est déjà sèche, se rétracte et s'en sépare. La dessiccation donne en outre au parasite ainsi pseudo-encapsulé une forme plus allongée, qui correspond bien à ce que Gasperini a désigné sous le nom d'*aspect en petit citron*.

Il arrive fréquemment aussi que deux parasites, expulsés d'un leucocyte, restent accolés et prennent la forme d'une levure en multiplication par bourgeonnement.

La présence d'un karyosome net et l'élection tinctoriale, obtenue par le mélange éosine-bleu, ne permettent pas de conserver le moindre doute sur la nature de ce Protozoaire. Sa morphologie et ses habitudes de parasitisme sont si voisines de celles de *Helcosoma tropicum* que nous serions tentés, malgré l'absence d'un micronucléus, de le ranger à côté, la lymphangite épizootique étant, dans l'espèce équine, l'analogue du bouton d'Orient chez l'homme.

MÉDECINE. — *Valeur thérapeutique du sulfate d'hordénine.* Note de MM. J. **Sabrazès** et G. **Guérive**, présentée par M. Bouchard.

L'hordénine, alcaloïde découvert par M. E. Léger dans les touraillons d'orge, en 1906, est la paraoxyphényléthyldiméthylamine ($C^{10}H^{15}NO$). Le sulfate est cristal-

([1]) Thiroux et Teppaz, *Comptes rendus*, 12 octobre 1908.

([2]) Lorsqu'on colore les frottis par la méthode de Ziehl ou par celle de Gram, il ne reste coloré du karyosome que des granulations chromatiques. C'est ce qu'a obtenu Gasperini, qui les a interprétées comme des mérozoïtes ou des microgamètes.

lisé en aiguilles prismatiques, blanches, de saveur un peu amère. Les solutions aqueuses, très stables à 25 pour 100, saturées à 50 pour 100, stérilisables à 120°, virent au violet-bleu par le perchlorure de fer (E. Léger) et donnent, au contact de l'iode, des cristaux bruns (Denigès). Les tanins des infusions végétales ne le précipitent pas (E. Léger). Sa toxicité oscille de $0^g,25$ à 1^g par kilogramme, en injection, et de 1^g à 2^g en ingestion : l'intoxication se traduit par des troubles nerveux corticaux (hallucinations, paralysies), puis bulbaires (cessation de la respiration précédant l'arrêt du cœur (L. Camus). Des doses élevées diminuent, dit cet auteur, l'excitabilité des nerfs pneumogastriques, grands splanchniques, sécrétoires, ainsi que celle des muscles lisses et striés. A 1^{mg} par kilogramme, M. L. Camus note une action tonique sur le cœur et le pouls; à dose toxique, l'inverse se produit par suspension de l'activité des pneumogastriques. Aux doses inoffensives, la respiration, après une accélération momentanée, se ralentit, pour revenir lentement à la normale. Sur les sécrétions, d'après M. L. Camus, l'action varie avec les quantités. La nutrition générale n'est pas troublée, à en juger par le poids du corps et l'état des urines. M. L. Camus a montré que le sulfate d'hordénine est un modérateur de la pepsine et de la trypsine et qu'il est, à 4 pour 100, bactéricide pour les vibrions cholériques, le bacille d'Eberth, le *Bacterium coli*.

Le sulfate d'hordénine, mal supporté par le chien, en ingestion (vomissements), serait-il mieux toléré par l'homme? $0^g,50$ à 2^g par jour ne provoquent même pas de nausées, à condition de masquer l'amertume des solutions par du sucre et un peu d'eau de fleur d'oranger.

Sont bien tolérées également : les injections sous-cutanées ($0^g,25$ à $0^g,75$), les lavements, les instillations sur la conjonctive d'une solution à 25 pour 100 parfois efficace dans le larmoiement, la projection de sulfate d'hordénine en nature sur la pituitaire (cuisson passagère). La pupille n'est pas influencée par les collyres de sulfate d'hordénine.

Quel que soit le mode d'administration, on n'observe ni éruptions, ni phénomènes d'intolérance notables, même après un mois de traitement, à $0^g,50$ par jour. L'élimination urinaire est minime. M. E. Léger, chez le lapin ayant reçu 26^{cg} de sulfate d'hordénine par kilogramme, n'a extrait de 125^{cm^3} d'urine que 3^{mg} d'hordénine et, après $0^g,94$ de sulfate par kilogramme, 31^{mg} d'hordénine : le sulfate d'hordénine, très sensible aux agents oxydants, serait peut-être, d'après lui, en grande partie brûlé dans l'organisme par oxydation.

Il ne modifie pas la courbe thermique des pyrexies. Il atténue la dyspnée, réduit le nombre des pulsations cardiaques, renforce le pouls et, par suite, la diurèse. Dans les néphrites, le taux de l'albumine n'augmente pas sous son influence. Nous avons fait boire, pendant 20 jours consécutifs, à un cobaye quotidiennement 5^{cg} de sulfate d'hordénine dans un peu d'eau; son urine n'a présenté ni albumine, ni cylindres, ni glucose, ni dérivés de la bile; le poids de l'animal n'a guère varié; le sang a accusé une légère plus-value en hémoglobine et une hyperleucocytose moyenne progressive; de même chez les gastropathes améliorés par ce remède. Quoique anticoagulante *in vitro* (L. Camus), cette substance n'a pas provoqué d'hémorragies chez une hémophile.

A raison de 50^{cg} par jour, le sulfate d'hordénine ne trouble pas l'appétit; il régularise les selles, réduit leur nombre et n'entraîne qu'exceptionnellement un peu de constipa-

tion. A 1 pour 100, d'après M. L. Camus, il retarde le développement des germes tués à 4 ou 5 pour 100. Agit-il sur les entérites comme bactéricide? La teneur élevée de l'urine en indol et scatol constatée durant 3 jours, chez sept sujets qui ont pris ensuite journellement de $0^g,25$ à 1^g de sulfate d'hordénine en potion et $0^g,25$ à $0^g,50$ en lavement, n'avait pas subi d'écarts démonstratifs au bout de 3 jours de traitement; mais on sait que les oscillations dans l'élimination urinaire de ces corps ne donnent pas toujours la mesure de l'antisepsie intestinale.

Connaissant l'efficacité de la décoction de touraillons dans les entérites et nous inspirant des données physiologiques de M. L. Camus, nous étions autorisés, après nous être assurés de l'innocuité du produit, à entreprendre des essais thérapeutiques. Nous avons, dès lors, traité par le sulfate d'hordénine une centaine de malades atteints d'affections gastro-intestinales ou de cardiopathies.

Dans les diarrhées infantiles nous avons donné 5^{cg} par jour et par année d'âge. Sur seize cas, sept ont guéri, en 2 à 14 jours. Dans deux cas, la suspension du traitement a été suivie d'une poussée nouvelle. Les autres malades, gravement atteints, ont résisté à toute médication. On ne doit pas continuer indéfiniment ce remède; un enfant, guéri en 3 jours, a pris encore de l'hordénine pendant 1 semaine, contrairement à nos prescriptions; il a eu une recrudescence d'entérite au bout de ce laps de temps.

Chez l'adulte, les diarrhées simples se modifient rapidement. La tuberculose intestinale (trois cas) n'est guère amendée. L'entérite muco-membraneuse, dans six cas sur neuf, a bénéficié de ce mode de traitement (cessation des douleurs, selles moulées sans excès de mucus, relèvement des forces). Dans un cas d'entérocolite aiguë hémorrhagique, primitivement améliorée, il y a eu ensuite exacerbation.

Dans six observations de fièvre typhoïde le sulfate d'hordénine, pris pendant des semaines ($0^g,50$ par jour en potion), a rendu les selles quotidiennes précocement moulées, et a relevé la tension artérielle. Un de ces malades a eu, au moment de la défervescence, de la constipation et une petite rechute. En somme, la dothiénentérie a évolué sans complications, avec son cycle thermique ordinaire et une allure bénigne. Sept cas de dysentérie, dont six des pays chauds, dus à M. le Dr Joyeux, de Kankan (Haute-Guinée), ont été traités avec succès par des doses quotidiennes de 1^g à 3^g.

Dans les dyspepsies avec stase et hypersécrétion d'un suc plus ou moins acide (dix cas), les résultats ont été favorables : les douleurs cèdent, la rétention gastrique est moindre, le besoin de bicarbonate de soude ne se

fait plus sentir, la sécrétion fléchit, l'acidité chlorhydrique baisse, ainsi que l'activité de la pepsine et du ferment lab.

Dans les dépressions du myocarde et les hyposystolies de causes diverses (dix-neuf observations), grâce au sulfate d'hordénine en ingestion ou mieux en injections sous-cutanées biquotidiennes de $0^g,25$ par centimètre cube, pendant 3 jours de suite, on voit le nombre des respirations tomber à la normale, le pouls se ralentir, se régulariser, se tendre, la diurèse augmenter; l'euphorie persiste plus ou moins longtemps. Sans doute le sulfate d'hordénine n'agit pas avec l'énergie de la digitale, de la spartéine ou du strophantus; son action toni-cardiaque n'est cependant pas négligeable; il a, de plus, l'avantage d'être infiniment moins toxique : nous avons pu en faire prendre 3^g par jour sans inconvénient; du reste, la dose dangereuse, si l'on s'en rapportait aux résultats expérimentaux, serait supérieure, pour un homme de 70^{kg}, à 60^g en ingestion et à 20^g en injection.

La plupart des observations sur lesquelles s'appuie ce travail se trouvent dans la thèse de l'un de nous (Bordeaux, novembre 1908).

ZOOLOGIE. — *Sur la biologie des Bradypodidés.* Note (¹) de M. A. Menegaux, présentée par M. Bouvier.

La biologie des Paresseux, Aïs et Unaus, a donné lieu à tant de racontars qu'on croit encore que ces animaux ne peuvent pas descendre à terre et qu'ils passent leur vie, peu active, au sommet des arbres les plus élevés, perdus, grâce à leur couleur, au milieu d'un fouillis de branches.

Comme M. Geay l'a constaté au Darien, au Vénézuéla et, avec Mme Geay, au Contesté et à la Guyane française, les Paresseux se tiennent presque toujours sur des Urticacées, les *Yagrumos* des Indiens, et en particulier sur le *Cecropia peltata*, appelé *Embaïba* au Brésil, *Bois Canon* par les nègres de la Guyane. Ces petits arbres ne dépassent pas 5^m à 7^m; leur tronc est mince, fistuleux et ne porte que quelques branches, dont les fins rameaux sont pourvus de feuilles peu nombreuses. On ne les trouve que dans les vallées ouvertes où l'on voit leurs cimes émerger au-dessus de la brousse. C'est dans ces endroits clairplantés qu'on rencontre toujours les Paresseux, assis dans une enfourchure, soit pour se reposer en se chauffant au soleil, soit pour dormir pendant le jour. La tête est alors toujours fortement inclinée en avant, sur la poitrine, pendant que les

(¹) Présentée dans la séance du 23 novembre 1908.

membres entourent le tronc de l'arbre, de sorte que les antérieurs soutiennent ainsi le corps droit, mais tassé sur lui-même. Seitz et M. Geay sont tout à fait d'accord sur ce point. M. Geay a tué dans cette position un Unau sur les bords de l'Oyapock et deux Aïs à Fort-Diamant, dans l'île de Cayenne. Comme Seitz le fait déjà remarquer (*Zool. Gart.*, 1889, p. 272), ils ne se suspendent par les pattes, le dos tourné vers le bas, que pour manger ou pour progresser. S'il leur arrive parfois de dormir dans cette position (surtout en ménagerie), c'est qu'ils n'ont pas de support à leur disposition sur lequel ils puissent s'appuyer. Donc l'opinion émise récemment que « leur attitude dans les arbres est toujours renversée, c'est-à-dire que leur dos est tourné vers le sol » (ANTHONY, *Arch. Zool. expérim.*, février 1907, p. 71), est contredite par les faits, si l'on étudie les animaux dans leur milieu normal.

Ce sont les feuilles de *Cecropia* qui, d'après M. Geay, leur servent exclusivement de nourriture. Jamais ce voyageur n'a pu faire accepter d'autres feuilles et des fruits à ses captifs. Ils préféraient se laisser mourir de faim. Mais quand il plantait devant l'un d'eux une grosse branche de *Cecropia*, l'animal, malgré son apathie apparente et sa vue faible, se mettait tout de suite à grimper pour aller en dévorer les feuilles. Arrivé en haut, on le voyait soulever son corps avec ses membres et allonger son cou pour mordre les feuilles à sa portée. Dans ces conditions, jamais M. Geay n'a vu ses Paresseux saisir les feuilles avec les griffes ni porter à la bouche. Quand ils étaient rassasiés, ils redescendaient, mais à reculons, sur le sol, où M. Geay les a vus souvent se déplacer, de telle sorte qu'il a été obligé de les attacher à une longue corde pour empêcher leur fuite pendant la nuit.

Ces animaux, dormant et se reposant le jour, ne se meuvent et ne se déplacent que la nuit; « ils ne se hasardent sur le sol que la nuit, et encore par les nuits obscures » (lettre de M. Forbin, 1908); aussi ne peut-on que rarement les apercevoir à terre. C'est probablement à ce fait que nous devons les légendes souvent bizarres qui ont couru sur leur compte.

L'opinion la plus invraisemblable est celle de Schinz, acceptée par M. Anthony. Ces auteurs admettent que les Paresseux naissent et meurent dans le même arbre et que, s'ils tombent à terre, il leur est impossible de regagner leur gîte et qu'ils meurent de faim (SCHINZ, *Naturg. Saugethiere*, 1831, p. 221; ANTHONY, *Arch. Zool. expérim.*, février 1907, p. 61). De pareilles assertions, au dire des voyageurs, sont *a priori* inadmissibles, étant donnés la taille et le port des arbres sur lesquels vivent ces animaux. Bien plus, elles ne sont pas conformes aux faits observés, car M. Geay, en 1898, a rapporté du Contesté diverses photographies prises en pleine forêt vierge, d'un Aï grimpant avec son petit le long d'un gros tronc. Cornalia, en 1849, a déjà eu l'idée de figurer dans cette position, sur un tronc, son *Bradypus trivittatus*, mais son dessin ne pouvait être aussi exact que les documents photographiques de M. Geay, car il ne donne pas la

vraie position des membres ni celle de la tête (CORNALIA, *Vertebratorum synopsis*).

Les Paresseux grimpent plus volontiers sur les arbres qu'ils peuvent embrasser. Malgré la lenteur des mouvements, l'ascension est plus rapide qu'on ne se le figure. M. Geay a constaté qu'il ne leur faut que quelques minutes pour monter sur un *Cecropia*. Pour grimper, l'animal élève un membre antérieur, le droit est celui qui fonctionne le plus souvent, et lentement il cherche en tâtonnant une fissure de l'écorce, une aspérité ou une petite branche à laquelle il s'accroche comme avec un grappin, le membre touchant le tronc. Il soulève, puis tire lentement le côté correspondant de son corps en s'appuyant sur le membre postérieur qui, à son tour, est remonté et accroché à l'écorce par les griffes ouvertes. Les mêmes mouvements sont répétés de l'autre côté.

Sur le sol plat, leurs longs bras et leurs jambes courtes rendent leur marche tout à fait particulière et maladroite. Lorsque l'animal est immobile, il s'appuie sur les coudes rapprochés du corps, sur le cubitus et le bord interne de la main, dont la paume placée de champ regarde en dedans; les griffes sont à peu près fermées. Les mouvements de rotation de la main sont toujours très limités, puisque le cubitus et le radius sont soudés à leur extrémité carpienne. A ce moment, l'animal est comme assis sur ses membres postérieurs peu écartés, de sorte que le ventre, toujours gros, touche à terre.

Quand l'animal veut progresser, il s'appuie sur son bras, le gauche par exemple; il soulève alors l'avant-bras de l'autre et allonge tout le membre avec ses griffes à demi ouvertes. Il cherche, en tâtonnant à petits coups, à découvrir quelque chose pour s'accrocher. Lorsqu'il a trouvé une racine ou une aspérité du sol, il tire dessus pour amener son corps, en même temps donne un coup de jarret, afin que le ventre ne touche plus à terre et que la progession puisse se faire. Il avance les membres postérieurs et recommence de l'autre côté.

Pendant ce mouvement de halage, il ne cesse de regarder à droite et à gauche en tournant la tête avec une sage lenteur. M. Geay estime alors la vitesse des adultes et des jeunes à 40^{m} ou 50^{m} environ par heure. Mais quand l'animal est mû par le désir de recouvrer sa liberté, la vitesse peut être beaucoup plus grande. A l'appui du témoignage de M. Geay, je citerai celui de deux témoins oculaires. Ainsi, le Dr R. Seemann, à propos d'un *Bradypus castaneiceps* Gray qu'il garda captif un mois, écrivait : « Il avait l'habitude de manger surtout la nuit, au moment où il était le plus vif. Une nuit, il s'échappa de la prison et, le matin suivant, on le retrouva à une

distance de 800 yards (c'est-à-dire de 731^{m}), dans un marécage. Pour y arriver, il avait dû passer par une colline aride sans buissons et sans arbres, et ce fait me surprit beaucoup. » (*Proc. zool. Soc.*, 1871, p. 429).

M. Forbin, ingénieur, qui « a vécu pendant des années dans la forêt vierge et qui s'est trouvé fréquemment en contact avec eux » m'a raconté et assuré qu'un Aï, qui s'était enfui d'un rancho servant d'abri à plus de cent hommes, avait en une nuit (7 à 8 heures) parcouru plus de 500^{m}.

De cette étude il ressort donc que les Paresseux en liberté paraissent être uniquement phyllophages et qu'ils ne portent pas leurs aliments à la bouche; qu'ils ont une position de repos et de sommeil qui n'est pas la suspension; qu'il est impossible qu'ils naissent et meurent dans le même arbre; qu'ils ne sont pas *essentiellement et exclusivement arboricoles*, puisqu'ils peuvent progresser sur le sol, ce qui, associé à leur faculté de grimper, leur permet de changer d'arbre. Ils descendent des arbres à reculons.

GÉOLOGIE. — *Contribution à l'histoire géologique du Neckar et du Main.* Note [1] de M. **Gabriel Eisenmenger** et de Mlle **J. Duprat.**

L'histoire géologique du Neckar et du Main est un problème très compliqué qui n'a pas encore reçu de solution. Dans quelques travaux, et en particulier dans ceux de Penck [2], on peut trouver quelques considérations intéressant les relations entre les affluents du Neckar et ceux du Danube; mais, à l'heure actuelle, aucun travail n'est encore venu éclairer l'évolution du Neckar et du Main à travers les périodes géologiques.

I. *Le Neckar.* — A l'époque où le Jura blanc recouvrait tout le massif de la Forêt-Noire, la majeure partie des eaux s'écoulait vers le Danube par les vallées conséquentes établies selon la pente générale. La direction nord du drainage a commencé à se manifester dès que les affaissements se sont produits dans la partie septentrionale du Jura souabe, dont le rebord abrupt tombe aujourd'hui sur le haut Neckar par une série de compartiments séparés par des rivières (Baar, Heuberg, Albuch, Härtfeld, etc.).

---

(1) Présentée dans la séance du 23 novembre 1908.

(2) *Thalgeschichte der obersten Donau* (*Ver. f. Gesch. d. Bad. u. s. Umgeb.*, Heft 28).

L'étude de la région située au nord du Jura souabe nous a permis d'établir les points suivants :

1° L'origine du Neckar semble être la rivière qui, traversant l'Odenwald, draine la partie supérieure du Kraichgau. Cette rivière a capturé les cours supérieurs de la Jagst et du Kocher qui, dans le principe, conduisaient les eaux de l'*Hohenlohe Ebene* dans le Danube, par l'Eger et la Wœrnitz (pour la première) et par la Brenz (pour la seconde).

2° L'effondrement survenu entre la Forêt-Noire et le Jura souabe a créé la Glatt et le Neckar d'Horb qui coulent, le long des pentes de l'Alb, parallèlement au Danube. La soudure du Neckar de Heidelberg avec le Neckar de Horb, plus récent, explique le tracé caractéristique du Neckar actuel.

3° Ainsi constitué, le Neckar recevait à droite de petits torrents tels que la rivière de Sulz, l'Eyach, le Starzel, etc., qui lui arrivaient du haut de l'Alb avec une pente énorme. Par érosion régressive ces petits torrents ont entamé le rebord abrupt de l'Alb et capturé les eaux de tête des affluents danubiens. C'est ainsi que la petite rivière de Sulz a capturé, en amont de Rottweil, les cours de l'Eschach, du Prim et de la rivière de Schwenningen, devenus les branches tout à fait supérieures du Neckar.

4° Le système hydrographique du Neckar n'a pas encore atteint un état définitif : les torrents de la Forêt-Noire, qui descendent vers la plaine rhénane avec une pente très forte, finiront par capturer une partie des eaux se rendant actuellement à la grande artère wurtembergeoise. L'instabilité des aires d'affaissement, traduite par les tremblements de terre ressentis au cours de la période historique dans le bassin d'Horb et dans la plaine rhénane, permet de prévoir que d'autres modifications hydrographiques se produiront dans le bassin du Neckar.

II. *Le Main.* — L'histoire du Main est plus compliquée que celle du Neckar.

1° Les divers tronçons, qui s'ajoutent aujourd'hui pour former les zigzags du cours du Main, ont appartenu à des affluents supérieurs d'un fleuve qui coulait par la dépression de la Hesse. Ce fleuve n'était autre que le Rhin avant les épanchements volcaniques du Vogelsberg et du Rhœn.

2° Les branches supérieures du Main actuel (Main Rouge, Main Blanc) ont primitivement écoulé leurs eaux dans la dépression devenue aujourd'hui la vallée de la Werra.

3° La Regnitz, à partir de Bamberg, a continué sa route vers le Nord, en suivant les collines du Hass Berg, et a formé le cours supérieur de la Fulda.

4° La Fulda, réduite aujourd'hui à la partie située au nord du Rhœn, recevait la Tauber grossie du Main de Wurzbourg.

5° La Werra et la Fulda se sont réunies à Bebra, au sud du massif du Meissner, et non au nord de ce massif comme elles le font aujourd'hui. La Werra a été capturée par la rivière d'Eschweg, aux environs d'Eisenach.

6° Le Rhin, à cette époque, suivait le rebord méridional du Taunus et coulait par les vallées actuelles de la Nidda (affluent du Main) et de la Schwalm (affluent de la Fulda).

7° Comme pour le Neckar, le système hydrographique actuel n'est pas définitif. Les séismes ressentis dans le bassin de Mayence, principalement de 1869 à 1873, indiquent que l'affaissement n'a pas dit son dernier mot. Actuellement l'érosion régressive pousse les affluents du Main dans les domaines hydrographiques voisins.

Il est nécessaire de se reporter à cette évolution laborieuse, dont les grandes lignes viennent d'être indiquées, si l'on veut comprendre l'hydrographie actuelle de la région comprise au nord du Jura souabe. Cette étude permet aussi de prévoir les remaniements, qu'il faudra plus tard apporter dans les Cartes hydrographiques de l'Allemagne du Sud.

GÉOLOGIE. — *Fouilles récentes exécutées dans la vallée de la Somme.* Note (1) de M. **Commont**, présentée par M. Barrois.

Depuis plusieurs années le gisement de Belloy-sur-Somme avait donné bon nombre de lames de silex à patine bleuâtre, longues et épaisses, paraissant contemporaines de l'époque du Renne.

Au dernier Congrès de l'A. F. A. S. tenu à Clermont-Ferrand, nous avons présenté une série d'instruments provenant d'une fouille exécutée en 1907 dans ce gisement. Tous les préhistoriens présents furent d'accord pour classer cet outillage en silex dans le Paléolithique supérieur et pour lui attribuer un caractère très archaïque le rapprochant plus du Solutréen que du Magdalénien.

Depuis, en septembre dernier, nous avons pu faire une grande fouille qui nous a donné des résultats plus précis pour la Géologie et la Préhistoire.

Coupe du gisement de la Plaisance :

1° Terre noire de marais, $0^m,40$ à $0^m,50$;
2° Limon blanc jaunâtre sableux, calcaire avec gros *Helix*, $0^m,30$;
3° Limon jaune grossier (ergeron) avec cailloutis à la base, $1^m,50$ à 2^m;
4° Limon blanc sableux (terre à pipe), $0^m,40$;
5° Graviers fluviatiles, 3^m à 4^m;
6° Craie.

(1) Présentée dans la séance du 23 novembre 1908.

En remontant sur le versant de la vallée la partie supérieure de la coupe montre :

1° Terre à briques;

2° Ergeron.

La terre à briques remaniée s'avance en biseau sur la terre noire de marais, elle renferme des instruments néolithiques.

Le dépôt limoneux blanc jaunâtre couronnant l'ergeron est le gisement de l'outillage paléolithique.

Faune. — Les ossements sont assez abondants mais dans un fort mauvais état de conservation; les molaires de Cheval y sont communes, associées à des débris de grand Bovidé, de Cervidé, de Sanglier et d'un petit Ruminant de la taille du Bouquetin (M. Boule). Les coquilles qui les accompagnent appartiennent à *Helix nemoralis* Müll. *Helix hortensis* Müll.

Industrie. — Les éclats de débitages et les lames non utilisées abondent, rassemblés sur de petites zones circulaires; avec ces déchets de taille se trouvent des nucléi et quelques percuteurs.

INSTRUMENTS LES PLUS CARACTÉRISTIQUES.

Grattoirs sur bouts de lame, rares et courts;

Grandes lames à bout abattu intentionnellement pour produire un instrument à section transversale très nette;

Grandes lames aux arêtes écrasées pour faciliter la préhension et qui ont servi de couteau ou de planes;

Grands éclats ayant une extrémité retaillée en biseau (*tranchets*);

Burins bien caractérisés mais rares et massifs, technique encore hésitante;

Burins busqués à bec taillé à petits coups présentant une très belle retouche;

Petites lamelles à dos abattu;

Grattoir avec bec de perroquet;

Fins perçoirs;

Burins sur angle de lames;

Lame avec coche terminale, transversale;

Lames appointées très solides paraissant avoir été destinées à servir d'armatures à des pointes de flèches.

Foyers. — Il n'y a pas de foyers bien nets, mais on trouve des silex craquelés par le feu et quelques débris d'ocre jaune.

Comparaison avec les gisements connus. — A part les lames à bout abattu intentionnellement et les grandes lames aux arêtes écrasées donnant à cet outillage un caractère tout particulier, les autres outils se retrouvent dans la couche à magma d'ossements de Chevaux à Solutré, c'est-à-dire dans un

dépôt nettement présolutréen : l'industrie solutréenne proprement dite, caractérisée par les pointes en feuilles de laurier, se trouvant dans les foyers des couches supérieures de Solutré. On retrouve aussi quelques-uns des types de Belloy dans des gisements dits *aurignaciens*.

L'industrie de Belloy-sur-Somme serait donc *nettement présolutréenne* (*âge du Cheval*) ainsi que l'indiquent l'outillage dérivé de grandes lames et la faune.

Conséquences de cette découverte. — La position stratigraphique du gisement est nettement déterminée au *sommet de l'ergeron*. D'autre part, on trouve des industries similaires un peu plus récentes peut-être (burin plus caractérisé, grattoir-burin, lames à dos abattu) dans la terre à briques non remaniée, c'est-à-dire dans le dépôt constitué par l'altération de l'ergeron (lehm du löss récent).

Il en résulte que toutes les industries solutréennes et magdaléniennes des cavernes de Belgique, du centre et du midi de la France, avec toutes les subdivisions que les préhistoriens y ont introduites, sont datées géologiquement par la formation du dépôt d'altération de la partie superficielle de l'ergeron et que la période de remplissage des cavernes correspond à la formation de ce dernier dépôt.

Il apparaît aussi que ces industries du paléolithique supérieur sont relativement récentes si on les compare aux industries du paléolithique ancien contemporaines de *l'Elephas antiquus* ou *Rh. Merckii* et de *l'Hippopotame*. Depuis que les hommes de Saint-Acheul ont taillé leurs coups de poing grossiers qu'on retrouve à la base des graviers de la moyenne terrasse, les vallées des fleuves se sont considérablement approfondies, les graviers des moyenne et basse terrasses se sont déposés, puis tous les limons et dépôts quaternaires se sont formés. La formation de la terre à briques nous sépare seule du moment où les tailleurs de silex de Belloy se sont installés sur les rives de la Somme, déjà dans son lit actuel.

GÉOLOGIE. — *Sur la distribution des niveaux et des facies du Mésonummulitique dans les Alpes.* Note de M. **Jean Boussac**, présentée par M. Henri Douvillé.

Si l'on trace comparativement, sur une carte des Alpes, les extensions respectives du Lutétien, de l'Auversien et du Priabonien, en supposant les terrains actuellement en nappes reportés sur les emplacements des racines,

de façon à mettre en évidence leurs rapports originels de position, on peut remarquer sur une telle carte des faits qui ne ressortaient pas des esquisses paléogéographiques précédemment publiées.

1° *Étendues occupées par les différents niveaux; transgressions.* — On constate immédiatement une différence d'extension considérable entre le Lutétien et les niveaux plus récents. Celui-là est localisé dans une étroite bande passant à l'est du massif émergé du Mercantour, et se continuant vers le Nord par les couches à *Nummulites complanatus*, *N. aturicus* et *N. distans* de la *zone du flysch* et de la *zone des Aiguilles d'Arves*; cette bande devait passer derrière le mont Blanc et être en continuité avec le Lutétien des nappes helvétiques, dont la racine, d'après les tectoniciens, est à situer au sud du massif cristallin de l'Aar. Dans la Suisse orientale, le rivage lutétien s'avançait un peu plus loin vers le Nord, embrassant, outre l'emplacement originel des nappes helvétiques, la région du flysch autochtone d'Altdorf et de Glaris. Enfin, encore plus à l'Est, le Lutétien (Kressenberg) est connu jusqu'à Mattsee, au nord-est de Salzburg, dans une zone de *flysch* qui continue celui des nappes helvétiques supérieures.

L'Auversien (couches à *N. contortus-striatus* et *N. aturicus*, *flysch calcaire*) avait déjà une extension notablement plus considérable, formant des golfes qui s'avançaient respectivement au sud du Mercantour, au sud du Pelvoux et au sud-ouest du mont Blanc. De l'autre côté du géosynclinal, le *flysch calcaire* serait transgressif dans la zone du Briançonnais. Mais c'est la transgression priabonienne, bien connue et déjà signalée par de nombreux auteurs, qui est surtout remarquable. La mer entoura tout le Mercantour, s'étendant loin à l'Ouest jusqu'au delà de Barrème et de Castellane, et au sud-ouest du Pelvoux jusque dans le Dévoluy; elle entoura de même le mont Blanc: le Priabonien transgressif de Thônes et de Platé se relie, par celui de la Dent de Morcles, des Diablerets et de la Gemmi, à celui des affleurements autochtones de Meiringen et d'Engelberg; à partir de là, le rivage devait s'infléchir légèrement vers le Nord, comme celui de la mer lutétienne, mais les sédiments sont cachés sous les nappes.

Le Priabonien, transgressif sur le bord occidental et septentrional du géosynclinal alpin, l'était aussi sur son bord méridional: le Nummulitique des nappes des Alpes orientales (environs de Reichenhall, Reit im Winkel, Kufstein) est constitué par un Priabonien nettement transgressif, dont la position originelle était certainement *au sud* de la zone helvétique Kressenberg-Mattsee.

Le Nummulitique, localisé au centre du géosynclinal alpin à l'époque lutétienne, s'étale largement sur ses bords pendant le dépôt des étages auversien et bartonien. La transgression se fait du centre vers les bords du géosynclinal.

2° *Distribution transversale des facies.* — Il semble que le rivage de la mer nummulitique se soit avancé graduellement et d'une façon continue, et qu'en

même temps se soit produit un déplacement correspondant des facies; c'est ainsi que dans la région comprise entre Puget-Théniers et Allons, le Nummulitique débute toujours par une assise calcaire, primitivement continue, et de caractères pétrographiques assez constants; cette même assise, depuis Puget-Théniers jusqu'à Entrevaux, est auversienne, tandis que plus à l'Ouest, par exemple à Annot, elle contient *Num. Fabianii* et elle est priabonienne. De même, la base des marnes bleues, qui viennent au-dessus, encore auversienne (*N. aturicus*) à Puget-Théniers, est déjà du Priabonien moyen à Annot et du Priabonien supérieur à Barrême; des faits analogues s'observent en Suisse.

Une même assise peut ainsi être d'âges différents en deux points différents du géosynclinal, et la continuité stratigraphique n'est plus ici une preuve de synchronisme.

3° *Relations des zones sédimentaires avec les zones tectoniques.* — C'est seulement dans la bande où est localisé le Lutétien qu'on trouve les énormes épaisseurs (1000^m et plus) de sédiments ayant un caractère véritablement géosynclinal : *flysch noir* et *flysch à Helmintoïdes* de l'Embrunais et de l'Ubaye, flysch des nappes helvétiques; sur le bord externe des Alpes, le Priabonien le plus profond est constitué par des marnes bleues et des calcaires à petites Nummulites dont l'épaisseur ne dépasse pas 100^m à 200^m.

Cette bande d'épaisses formations géosynclinales coïncide, d'autre part, avec l'emplacement originel des grandes nappes de l'Embrunais et de l'Ubaye et des grandes nappes helvétiques. Et l'on peut conclure que dans l'ensemble *la région occupée par le Lutétien coïncide avec la véritable dépression axiale du géosynclinal alpin à l'époque nummulitique, et avec la zone sédimentaire aux dépens de laquelle se sont formées les grandes nappes de l'Embrunais et de l'Ubaye et les grandes nappes helvétiques.*

Il y a des exceptions de détail à cette règle : la nappe des Diablerets, par exemple, n'est pas formée aux dépens de la zone axiale, mais aux dépens de la zone bordière où le Priabonien est transgressif. Plus à l'Est, c'est l'inverse : nous avons vu que dans la Suisse orientale la bande lutétienne s'élargit et que sa limite s'avance vers le Nord, embrassant les régions autochtones d'Altdorf et de Glaris. Il en résulte qu'entre ces deux points extrêmes *les zones sédimentaires sont obliques par rapport aux zones tectoniques;* autrement dit, sur la carte, les bandes de facies doivent couper obliquement les nappes.

Et nulle part ce phénomène n'est mieux visible que dans la nappe qui,

comprenant les Ralligstöcke, le Niederhorn et le Waldegg, se poursuit par le Hohgant et la Schrattenfluh jusqu'au Pilate. A l'extrémité sud-ouest de cette nappe, le Nummulitique présente à sa base les couches littorales des Ralligstöcke et du Niederhorn probablement auversiennes, et le Lutétien gréseux, peu épais, n'apparaît que plus intérieurement, dans le Waldegg; mais déjà, à la sortie de la Grossemme, il atteint le front de la nappe, et il prend peu à peu vers le Nord-Est une plus grande épaisseur, embrassant une partie des schistes à Globigerines qui contiennent en différents points des calcaires à *N. complanatus* (Kaufmann, Heim).

PALÉONTOLOGIE. — *Découverte de l'*Elephas antiquus *à l'île de Délos (Cyclades).* Note de M. **L. Cayeux**, présentée par M. Michel Lévy.

Les fouilles entreprises à Délos (Cyclades) par l'École française d'Archéologie d'Athènes, sous la direction de M. Homolle et poursuivies par M. Holleaux, ont mis à découvert une nappe d'alluvions fluviatiles que j'ai eu l'occasion d'étudier sur place, en 1906 et cette année. Ces alluvions ont été déposées au nord de l'île par l'Inopos, ancienne rivière torrentielle, aujourd'hui réduite à d'insignifiantes proportions. A l'époque quaternaire et au début des temps historiques, ce cours d'eau charriait des sables grossiers, au moment de ses crues, et les abandonnait à proximité de la mer, sur la plaine basse qui s'étend à l'est du sanctuaire d'Apollon. Ces sables renferment à leur partie supérieure des tessons de poteries plus ou moins roulés qui datent de l'époque historique et, dans toute la masse, des coquilles très clairsemées qui témoignent d'une origine fluviatile.

Cette formation arénacée, entamée en une foule d'endroits par les fouilles de l'École française et par les nombreux puits d'exploration que j'ai fait ouvrir, a fourni une molaire d'Éléphant fossile. Les incrustations de sable qu'elle porte encore en plusieurs points donnent à son gisement une authenticité sur laquelle il ne plane aucun doute. J'ai beaucoup hésité à identifier la molaire en question à l'*Elephas antiquus*. M. M. Boule, professeur de Paléontologie au Muséum d'Histoire naturelle, à qui je l'ai soumise, la considère comme une troisième prémolaire ou une première arrière-molaire supérieure gauche qui, par son étroitesse, sa forme générale et le nombre de ses lamelles, se rapporte à l'*Elephas antiquus*, bien que l'écartement des lamelles l'éloigne un peu de cette espèce.

La découverte d'une dent d'*E. antiquus* à Délos est, pour le moment, l'unique document qu'on possède sur les dernières phases de l'histoire du continent égéen. Elle éclaire tout particulièrement deux points de cette histoire :

1. La dent d'Éléphant a été exhumée au fond même de la vallée, à quelques mètres seulement au-dessus du niveau de la mer (environ 4^m). Il s'ensuit que la vallée avait déjà atteint sa profondeur actuelle à l'époque de l'*Elephas antiquus*, et avant la dislocation du continent.

2. L'Éléphant de Délos n'a rien d'insulaire dans ses caractères. L'unique débris qu'on en possède appartenait à un individu de taille absolument normale. Or l'extrême exiguïté de l'île, qui mesure tout au plus 5^{km} de longueur et souvent moins de 1^{km} de largeur, prouve à l'évidence qu'un Mammifère de la taille de l'*E. antiquus* n'a pu vivre sur un domaine aussi restreint. Il en résulte que l'île de Délos, c'est-à-dire le centre même des Cyclades, était encore relié au continent à l'époque de l'*E. antiquus*.

Le morcellement du continent égéen apparaît ainsi comme un épisode relativement récent dans l'histoire de la Méditerranée orientale; et cette déduction est en tous points conforme aux enseignements qu'on peut tirer de l'étude des phénomènes volcaniques de la région.

OCÉANOGRAPHIE. — *Relief pycnométrique à travers la Manche.* Note de M. A. Letalle.

Dans une Note précédente, M. Chevallier [1] exposait les résultats des analyses d'une série d'échantillons d'eau de mer que j'avais récoltés moi-même entre Dieppe et Newhaven les 23 et 25 octobre 1907.

Le 28 juillet dernier, pendant la même traversée, j'ai recueilli onze échantillons d'eau de surface; j'ai noté la température et mesuré la densité au moyen d'un aréomètre, système Buchanan, mis à ma disposition grâce à une générosité qui tient à garder l'anonyme. Les densités *in situ* S_4^t ont été réduites aux densités normales à 0°, S_4^0. Les résultats sont consignés dans le

(1) A. Chevallier, *Étude d'une série d'échantillons d'eau de mer récoltés dans la Manche* (*Comptes rendus*, t. CXLVI, 6 janvier 1908, p. 46).

Tableau suivant :

Numéro de l'observation.	Heure.	Température *in situ* θ.	Densité à θ S^{θ}_{4}.	Densité à 0° S^{0}_{4}.
	h m	°		
1	4.20 soir	17,4	1,02527	1,02797
2	4.30 »	17,3	02501	02767
3	5.05 »	17,3	02521	02787
4	5.22 »	17,0	02545	02804
5	5.53 »	16,4	02577	02822
6	6.38 »	15,9	02565	02797
7	7.20 »	15,5	02600	02824
8	7.50 »	15,4	02610	02833
9	8.30 »	15,7	02599	02828
10	8.55 »	15,6	02599	02827
11	9.24 »	15,9	02592	02824

Contrairement à ce qui se passait en octobre 1907, aussi bien au voisinage immédiat de la France que de l'Angleterre, l'eau est légèrement plus chaude près des côtes qu'en pleine mer. Ce changement s'explique peut-être par le fait du mélange avec les eaux marines des eaux douces continentales plus chaudes que les premières en été, plus froides en hiver par suite des variations des températures d'été et d'hiver sur toute l'étendue de leur bassin. D'autre part, comme en 1907, l'eau est relativement plus froide près de l'Angleterre que près de la France.

Si maintenant l'on représente par un graphique les valeurs de S^{θ}_{4} aux différentes stations, on voit que la densité augmente d'une manière générale de la côte française à la côte anglaise; mais, tandis qu'en octobre 1907 l'augmentation était à peu près régulière, la courbe de juillet 1908 présente deux points d'inflexion correspondant à deux minima situés l'un à 10 milles de Dieppe environ, l'autre à une trentaine de milles, à peu près à mi-chemin entre Dieppe et Newhaven. Les différentes valeurs de S^{θ}_{4} restent d'ailleurs toujours plus faibles que celles de 1907. Cette différence est due à ce que, la température θ étant plus grande, la densité correspondante S^{θ}_{4} est plus petite. Cela est si vrai que les densités normales à 0° sont sensiblement identiques pour les deux traversées, sauf cependant aux deux points correspondant aux minima signalés sur la courbe des densités S^{θ}_{4}.

M. Chevallier avait conclu que la densité plus faible observée près des côtes de France était due à l'apport d'eau douce de la Seine qui, au lieu de s'épanouir dans toutes les directions, est entraînée au Nord-Est par les courants, le long de la côte française, et aussi à l'absence de cours d'eau importants sur la côte sud d'Angleterre. Ici, dans son ensemble, le graphique

conduit à la même conclusion. Cependant l'existence des deux inflexions dans la courbe ne peut s'expliquer que par la présence d'eau plus douce aux deux points considérés. Ce double apport d'eau douce ne résulterait-il pas du débit plus considérable de la Seine en juillet qu'en octobre? Il pourrait aussi être attribué au partage du courant du fleuve en deux branches qui, chassées vers le Nord-Est par l'entrée en Manche des eaux océaniques, conserveraient en partie leur individualité et parviendraient encore jusque vers Dieppe. On a reconnu, en effet, que presque tous les courants marins, et en particulier le Gulf-Stream, ainsi qu'il résulte des travaux des océanographes américains et de M. Thoulet, se séparent en plusieurs courants parallèles. Il y aurait donc lieu d'admettre que le même phénomène existe pour les eaux douces de la Seine.

M. A. **Étévé** adresse une Note *Sur les mesures du coefficient de la résistance de l'air effectuées au moyen d'expériences faites en aéroplane.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. **Nodon** adresse une Note *Sur d'anciennes expériences de propulsion aérienne au moyen d'ailes mécaniques animées d'un mouvement rapide.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. **Albert Turpain** adresse une Note intitulée : *Les ondes dirigées en télégraphie sans fil.*

(Renvoi à l'examen de la Section de Physique.)

M. Ch. **Tellier** adresse une Note *Sur la production économique de la force motrice et du froid, au moyen de l'air comprimé isothermiquement.*

(Renvoi à l'examen de M. Maurice Levy.)

M. **Darget** adresse une Note intitulée : *Radioactivité humaine*.

(Renvoi à l'examen de MM. Lippmann et d'Arsonval.)

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 novembre 1908. (Suite.)

On the origin and age of the sedimentay rocks, by J.-M. Schaeberle. (Extr. de *Science*, n. s., t. XXVIII, nº 721, 23 octobre 1908, p. 562-563.) Ann Arbor, Mich.; 1 fasc. in-8º.

Longevitatea, de Mayor D. Georgescu. Bucarest, 1908; 1 fasc. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Algunas reflexiones de Medicina sociologica, por el Doctor D. Francisco Criado y Aguilar. Madrid, 1908; 1 fasc. in-4º.

Lettura sanitaria; anno I, nº 1. Milan, 1908; 1 fasc. in-8º.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 novembre 1908.

Catalogue des manuscrits du Fonds Cuvier (travaux et correspondance scientifiques) conservés à la Bibliothèque de l'Institut de France, par Henri Dehérain, sous-bibliothécaire de l'Institut. (Extr. de la *Revue des bibliothèques*, 1907-1908.) Paris, Honoré Champion, 1908; 1 vol. in-8º. (Présenté par M. Darboux. Hommage de l'auteur.)

Exercices et leçons d'Analyse, par R. d'Adhémar. Paris, Gauthier-Villars, 1908; 1 vol. in-8º. (Présenté par M. Ém. Picard.)

Observations d'ascensions droites, par J. Boccardi. Turin, G.-U. Cassone, 1908; 1 fasc. in-8º. (Présenté par M. Radau. Hommage de l'auteur.)

Osservazioni di ascensioni rette, eseguite nel R. Osservatorio di Torino, negli anni 1904-1906, da Giovanni Boccardi. Turin, 1908; 1 fasc. in-4º. (Présenté par M. Radau. Hommage de l'auteur.)

Traité de Chimie organique, d'après les théories modernes, par AUGUSTE BÉHAL et AMAND VALEUR, précédé d'une préface de CHARLES FRIEDEL; 3e édition, corrigée et très augmentée. Tome I, avec 43 figures dans le texte. Paris, Octave Doin et fils, 1909; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. A. Haller.)

Recherches expérimentales sur la résistance de l'air, exécutées à la Tour Eiffel, par G. EIFFEL. Paris, L. Maretheux, 1907; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Réponse de M. ERNEST CHANTRE *aux accusations portées contre lui au sujet de ses travaux sur la nécropole de Khozan*. Lyon, imp. A. Rey et Cie, 1908; 1 fasc. in-8°.

Société de secours des Amis des Sciences. Compte rendu du 51e exercice, 45e séance publique annuelle tenue le 25 juin 1908. Paris, Gauthier-Villars, 1908; 1 fasc. in-8°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. GASTON BONNIER, Membre de l'Institut; t. XX, livraison du 15 novembre 1908, n° 239. Paris, Librairie générale de l'Enseignement, 1908; 1 fasc. in-8°.

Ministère de la Marine. *Mémorial de l'Artillerie navale;* 3e série, t. II, 4e livraison de 1908. Paris, Imprimerie nationale; 1 vol. in-8°.

Lyon chirurgical, publiant le *Bulletin de la Société de Chirurgie de Lyon*. Revue mensuelle; t. I, n° 1, 1er novembre 1908. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Observatorio de Tacubaya. *Carta fotografica del cielo;* zona — 15°: nos 46, 48, 50, 52, 55, 61, 63-69, 74, 79, 83; zona — 16°: nos 68, 69, 74. Paris, Ed. Santos et Cie; 20 cartes héliogravées, in-plano. (Offertes par M. Felipe Valle, Directeur de l'Observatoire.)

Agave rigida, Furcraea rigida, Agave angustifolia, by WILLIAM TRELEASE. (Extr. de *The nineteenth annual Report of the Missouri botanical Garden*.) Saint-Louis, 1908; 1 fasc. in-8°. (Hommage de M. le Directeur du *Missouri botanical Garden*.)

Recueil de l'Institut botanique Léo Errera (Université de Bruxelles), publié par JEAN MASSART; t. VII et Annexe. Bruxelles, Henri Lamertin, 1908; 2 vol. in-4°.

Thoughts on natural philosophy and the origin of life, by A. BIDDLECOMBE; third edition. Newcastle-on-Tyne, 1908; 1 fasc. in-12.

The Institution of mechanical Engineers. Proceedings, 1908, parts 1-2. Londres. 1 vol. in-8°.

Proceedings of the United States national Museum; t. XXXIII. Washington, 1908; 1 vol. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 7 DÉCEMBRE 1908,

PRÉSIDÉE PAR M. Ch. BOUCHARD.

M. **Ch. Bouchard** prononce l'allocution suivante :

Messieurs,

Il y a un an vous me faisiez le grand honneur de me désigner pour présider vos séances pendant cette année qui va bientôt s'ouvrir, honneur très grand pour celui qui en est l'objet, quelque universelle que soit sa renommée, quelque haute que soit sa valeur scientifique, mais que n'a pu recevoir sans confusion celui qui trouve aujourd'hui l'occasion de vous remercier. Il vous en remercie pour lui-même dont vous avez jugé les titres avec trop d'indulgence; il vous en remercie pour la Médecine qu'il a servie avec amour et avec respect, et pour le corps des médecins praticiens auquel il se fait gloire d'appartenir et que vous avez eu la pensée d'honorer en sa personne.

J'ai remplacé Henri Becquerel comme président le jour où vous lui avez conféré une plus haute dignité en le choisissant comme Secrétaire perpétuel. Le premier acte de ma présidence a été de lui dire nos félicitations. La seconde allocution que j'ai prononcée devant vous a été celle où j'ai déploré sa mort prématurée. C'est à lui qu'était destiné l'honneur de présider cette séance, et même après son passage au Secrétariat perpétuel, c'est lui encore dont la voix vous aurait captivés aujourd'hui. Souffrez donc que sans m'enchaîner à la règle chronologique, j'évoque en premier lieu son souvenir

Il était entré à l'Académie à l'âge de 36 ans. Il était le continuateur de l'œuvre de son père et de son grand-père, et mettait une sorte de grâce modeste et de piété filiale à accentuer ce que pouvait réclamer l'hérédité dans la notoriété qu'il s'était déjà acquise. Il s'était attaché à la détermination du pouvoir rotatoire magnétique dans les gaz et se consacrait à l'étude de la phosphorescence qui avait passionné son père. Il était trop jeune et de race trop vaillante pour que, trouvant chez nous la récompense

de son travail, il pût penser qu'il allait aussi y trouver le repos. Son ardeur ne fait que s'accroître et, pendant une longue série non interrompue de lundis, nous assistons à la démonstration, chaque jour plus précise, de l'action que certains sels d'uranium exercent sur la plaque photographique, même enfermée dans les réduits les plus imperméables à la lumière, comme si ces corps émettaient une sorte de lumière invisible, des rayons qui perforent le bois, mais qui sont arrêtés par le plomb. La radioactivité spontanée était découverte. Les rayons de Becquerel éclairaient la route où s'engageaient les Curie. L'enchaînement se complétait qui, depuis les rayons cathodiques jusqu'au radium en passant par les nouveaux gaz, forme un ensemble de découvertes d'où part une ère nouvelle dans l'histoire de la Physique. Les savants l'ont proclamé et le public ne s'y était pas trompé. Chose remarquable, pendant que nous attendions avec quelque impatience la consécration du prix Nobel, la foule que, dans sa timidité ombrageuse et dans sa modestie délicate et inquiète, Henri Becquerel avait toujours ignorée ou évitée, prenait conscience de l'acquisition qui venait d'être faite, comprenait que l'humanité entrait en possession d'une force nouvelle.

Becquerel, qui l'eût cru, était devenu populaire. Il a continué à marcher tranquille dans sa gloire comme il s'avançait paisible dans son travail, accueillant et encourageant pour les jeunes, bienveillant et affectueux pour ses confrères, gardant à l'Académie la fidélité de son culte qui devait lui survivre.

La mort l'a frappé brusquement en pleine jeunesse, dans toute l'activité de sa féconde intelligence; elle nous ravit les découvertes qu'il nous réservait encore, ou du moins elle les ajourne. Elle lui a épargné la souffrance; et ceux qui lui étaient chers n'ont pas eu le spectacle du douloureux combat.

L'affabilité est une des qualités natives de vos Secrétaires perpétuels. Nul ne la possédait à un plus haut degré qu'Albert de Lapparent, auquel Henri Becquerel avait succédé. Elle s'alliait chez lui à la simplicité, à la clarté, à l'élégance. Tel il était dans la vie, tel il était dans l'activité de la recherche ou de l'enseignement. Il voyait les choses clairement et avec facilité; il les exposait avec précision et avec limpidité; on le comprenait sans peine. Il enlevait à la Science ses rudesses et ses aspérités, il savait la rendre attrayante. On dit que son enseignement exerçait une sorte de fascination. Mais ce n'est pas sur l'auditoire restreint qu'il avait choisi que son action a porté principalement. Ses livres ont répandu chez nous et propagé dans le monde entier les connaissances géologiques, le goût de ces études.

Le *Traité de Géologie*, les *Leçons de Géographie physique* ont fait plus que concourir à la diffusion de notions scientifiques, elles ont montré aux différents peuples, par un exemple vivant, ce que peut avoir de charme et de séduction l'esprit français, même quand il s'applique aux spéculations les plus graves, comment il peut à la fois captiver et instruire. Ils ont aussi, en vulgarisant les découvertes de nos compatriotes, montré ce qu'est, chez nous, la fécondité du travail scientifique. Cet effort d'érudition, de mise au point et d'adaptation n'eut pas pour effet d'amoindrir chez lui l'activité du travail personnel. Il avait, lui aussi, caressé le rêve de réparer la rupture qui sépare la France de l'Angleterre, et de rejoindre les deux pays par une route sous-marine. Il voulut mettre la Géologie au service de cet essai de rapprochement auquel nous avons plus d'une fois offert de coopérer et qui a toujours été écarté. Nos voisins ont estimé que l'entente peut être cordiale, sans arriver pourtant à la pénétration. C'était donc surtout de notre côté du détroit qu'on s'ingéniait à réunir ce que les forces naturelles avaient séparé. De Lapparent fut le précurseur scientifique et comme le guide de cette entreprise. Le fond du Pas-de-Calais n'offrait pas une garantie suffisante pour l'étanchéité du tunnel : il aurait fallu que la galerie fût creusée dans la craie grise du Cénomanien, qui était à la fois assez tendre et assez imperméable. Il fallait encore démontrer la continuité de cette couche à travers le détroit. Plus de 7000 sondages permirent de dresser la Carte géologique du détroit, de déterminer les affleurements sous-marins des couches, d'établir des courbes de niveau et de se représenter la structure du fond. Le tunnel est réalisable. Se fera-t-il jamais?

A de Lapparent appartient, après Élie de Beaumont, d'avoir établi les rapports qui existent entre les formes de la surface du sol et la composition géologique des parties qui le constituent, d'avoir déduit cette constitution de l'aspect général de la contrée et des variations du paysage. Cette idée ingénieuse est le secret du succès de sa *Géologie en chemin de fer*.

Le charme de son esprit, qui rendait attrayante et accessible la connaissance du globe sur la surface duquel il promenait ses lecteurs, et dont il leur faisait explorer les profondeurs, il l'étendait à beaucoup d'autres sciences. Le vainqueur des concours de l'École Polytechnique et de l'École des Mines était admirablement préparé pour être l'intermédiaire entre l'Académie et les savants étrangers, physiciens, chimistes, naturalistes.

Il avait bien vite conquis toutes les sympathies et son autorité allait grandissant. Nous pensions que l'Académie comptait encore un grand Secrétaire perpétuel, et sa jeunesse obstinée nous laissait croire qu'aucun de

nous ne connaîtrait le second successeur de Berthelot. La même année les a vu disparaître tous les trois.

Je devais, m'a-t-il semblé, vous parler d'abord de ces deux grands serviteurs de l'Académie : de Lapparent et Becquerel. Vous trouverez bon, je pense, que je ramène votre esprit vers cet autre grand physicien que fut lord Kelvin, notre associé. Je devrais, si j'étais prudent, me borner à cette indication. Nul n'a exercé, dans le cours du XIXe siècle, une plus grande influence sur la marche des idées et sur la façon de concevoir les phénomènes naturels. Mais son autorité il la puisait dans la puissance de ses conceptions, dans la profondeur, dans la pénétration, dans la rigueur de ses opérations intellectuelles. Il n'obligeait pas la matière à se transformer ou à manifester son énergie sous ses yeux. Son cerveau était le creuset où s'opéraient les transmutations. Il avait son petit calepin qui l'accompagnait partout et où l'idée s'inscrivait sans cesse; et l'idée, paraît-il, était toujours claire et la méthode impeccable. L'analyse et le raisonnement étaient ses moyens d'action, ce qui ne l'empêchait pas de faire des découvertes dans le domaine du monde physique. Mais ses découvertes étaient d'ordre mathématique.

Si la Terre était liquide en majeure partie, cette portion liquide devrait obéir aux lois des marées, et ce n'est pas une croûte de 100^{km} d'épaisseur qui pourrait s'y opposer; cette croûte serait régulièrement brisée chaque jour. Partant des données relatives au phénomène des marées, il arrive à cette conclusion que la rigidité de la Terre dans son ensemble est comprise entre celle du verre et celle de l'acier et que, en tout ou en grande partie, la Terre est solide.

Par d'autres calculs basés sur les variations de la température du sol avec la profondeur, il nous dit l'âge de la Terre : elle a au moins vingt millions et au plus quarante millions d'années.

Par d'autres calculs encore, il nous dit pendant combien de temps déjà le Soleil a éclairé la Terre : il y a au moins cent millions d'années et pas plus de cinq cent millions.

Vous pensez bien que ce n'est pas par l'expérience que Lord Kelvin est arrivé à ces constatations. Et pourtant l'expérience est à la base de ces démonstrations; l'expérience des autres : celle du marégraphe, celle de l'échauffement du sol suivant la profondeur, celle de la diminution séculaire de la radiation solaire.

Cet homme, qui vivait exclusivement dans le domaine de l'esprit et de la spéculation pure, ne répugnait pas aux applications industrielles. Il s'est

passionné pour l'éclairage électrique, il a introduit dans la marine nombre d'instruments utiles aux navigateurs, il a construit des compteurs électriques. Il lui a plu d'être directeur de la Société du Câble transatlantique. Il en a profité pour expérimenter. Il a fait une expérience colossale. Il présida à la pose du câble. Les signaux ne se transmettant pas, on augmentait les décharges d'énormes bobines d'induction. On réussit à brûler le câble. Lord Kelvin obtint la transmission en employant de très faibles courants et en utilisant des récepteurs extrêmement sensibles. Ici je ne suis plus dans les régions du vertige, je commence à comprendre parce que je puis toucher terre. Les médecins qui pendant si longtemps se sont complu dans les systèmes et dans les théories ont appris, par une discipline sévère, à ne rien admettre qui ne soit établi par l'observation ou par l'expérimentation qui est un autre mode de l'observation. Nous n'acceptons pas que, dans notre domaine étroit, on puisse, par le raisonnement, passer des principes à la détermination des faits. Rien ne vaut pour nous qui n'ait été directement constaté.

Aussi, sans marchander notre admiration à ces audacieuses conquêtes de l'esprit, ne pouvons-nous nous défendre d'une religieuse horreur. Ce qui nous rassure, c'est que cette intelligence débordante était supportée, j'allais dire contenue, par un corps sain et vaillant. William Thomson avait été l'un des vainqueurs des luttes nautiques qui mettent chaque année en présence les équipes d'Oxford et de Cambridge. Il garda, jusque dans sa vieillesse, le goût de la rame et des sports maritimes. Lui qui nous a appris tant de choses nous a aussi, par son exemple, enseigné l'hygiène.

On s'est étonné que l'auteur de si éminents travaux, quand il a été appelé à la pairie par la justice souveraine, ait consenti à changer son nom et que Sir William Thomson ne se soit pas refusé à devenir Lord Kelvin. Il n'y a pas pris garde, a agi suivant les bienséances; il a accepté modestement l'honneur qui lui était conféré: n'était-il pas homme à illustrer plusieurs noms?

On a dit que Lord Kelvin a été le plus grand savant du siècle dernier. Nous n'avons garde d'y contredire et nous avons applaudi à l'honneur suprême que lui a conféré l'Angleterre en enfermant sa dépouille sous les voûtes de l'Abbaye où reposent ses grands hommes, ceux qui ont assuré sa puissance ou répandu son rayonnement sur le monde. Cette approbation n'est, je pense, ni indiscrète ni présomptueuse: Lord Kelvin n'est-il pas aussi l'un des nôtres? On disait autrefois que le titre d'Associé de l'Académie des

Sciences conférait la naturalisation. Nous pouvons dire au moins que, pour les services qu'il a rendus à l'humanité, notre confrère est devenu citoyen du monde. La France peut donc l'honorer à l'égal des plus illustres de ses enfants. Souhaitons qu'elle n'oublie pas, au moins quand ils sont morts, ceux-là précisément qui sont les plus illustres de ses enfants. Les funérailles de Becquerel ont été grandioses par le concours de tous les corps savants, par les témoignages successifs de l'admiration des Académies de l'Europe et de l'Amérique. La puissance publique ne lui a apporté que l'hommage modeste assuré réglementairement à tout membre de la Légion d'honneur suivant son grade et ce grade aussi était modeste.

Après Lord Kelvin nous avons perdu un autre physicien qui a mis la Physique expérimentale au service de l'Astronomie. Permettez-moi d'évoquer un souvenir personnel. J'étais tout jeune étudiant, il y a un peu plus de cinquante ans, j'étais déjà séduit par l'intérêt de la Médecine expérimentale. C'était l'époque bien oubliée où Foucault venait d'observer, chez des machinistes de l'Opéra employés au maniement de l'arc électrique, des inflammations douloureuses de la face, des brûlures qui n'avaient pas été accompagnées de sensation de chaleur et qu'il attribuait à l'action des rayons chimiques. C'était l'époque où Charcot, s'inspirant de ces observations, attribuait le coup de soleil lui-même à l'action irritante de ces mêmes rayons bien plus qu'aux rayons caloriques. C'était l'époque enfin où Follin et Janssen étudiaient l'action des rayons chimiques sur l'œil et en particulier sur la rétine. Follin, qui était agrégé à la Faculté de Médecine, avait été accueillant pour moi. Je lui dus de voir Janssen, de contempler cette tête si expressive que l'âge, en la blanchissant, devait rendre plus belle encore. De cette rencontre naquit chez moi l'idée d'entreprendre des études expérimentales sur l'action physiologique des rayons à rapides vibrations. Il en est résulté que, me trouvant en état de filiation scientifique à l'égard de Janssen, je m'intéressai à tout ce qu'il faisait, à ses recherches, à ses voyages, sans qu'il soupçonnât mon existence et sans que je lui eusse même adressé la parole. Janssen avait mieux à faire. Il était attiré par les sommets. Il a placé un observatoire en haut du mont Blanc: n'en avait-il pas installé un autre à Montmartre? Ses amis c'était Gounod, c'était Henner, et tous les trois devaient se trouver un jour réunis sous cette coupole. Mais s'il se plaisait à contempler avec Henner, sous les épaisses frondaisons, les femmes aux formes indécises dont le regard luit à l'heure où s'allument les étoiles; s'il suivait avec Gounod Marguerite dans son jardin quand la lune va illuminer l'éternelle défaillance, il fallait à son activité de savant la

pleine lumière, le soleil resplendissant et son rayonnement. C'est à lui qu'il a voué son culte. C'est lui qu'il a sondé, pénétré; c'est lui qu'il a suivi partout où l'on pouvait le voir sous de nouveaux aspects. C'est à Montmartre qu'il avait commencé à deviner dans le spectre solaire ce qu'il a appelé les *raies telluriques* du soleil couchant et du soleil levant. Il se rend au bord du lac de Genève, étudie le spectre d'un grand feu et le trouve continu. Il interpose 21^{km} d'air chargé de vapeur d'eau et retrouve les raies telluriques. Il soumet à l'examen spectroscopique les gaz froids, observés sous une grande épaisseur ou sous une forte pression et cherche à vérifier les résultats qu'il obtient en poursuivant l'observation à travers l'atmosphère terrestre au sommet du Faulhorn ou de l'Etna. Enfin il s'attaque à l'étude spectrale de la constitution du soleil, et leurs découvertes simultanées rendent célèbres les noms de Janssen et de Lockyer. Plus tard Janssen démontre que la couronne solaire n'est pas exclusivement gazeuse et, l'un des premiers, il met la Photographie au service de l'Astronomie. Enfin il fonde l'Observatoire de Meudon qu'il consacre à la Physique astrale.

Jusque dans un âge très avancé, il fut infatigable, gardant intacts son enthousiasme et sa foi dans l'œuvre entreprise. Et quand au retour de ces voyages lointains il revenait parmi nous, sa parole claire et élégante faisait revivre pour nous les ardentes émotions du savant.

M. Baillaud, l'éminent directeur de notre Observatoire, avait succédé à Maurice Lœwy; c'est M. Hamy qui a remplacé Janssen.

A mesure que j'avance dans ce dénombrement de nos deuils, je me sens pris d'une grande lassitude. Je me demande s'il n'y a pas lieu pour l'homme de science de s'arrêter en chemin, si le repos n'est pas aussi une des lois de l'humanité et s'il est conforme aux harmonies naturelles que le cerveau continue à produire quand le corps déjà se refuse à agir, et si trop penser n'expose pas à tarir les sources de la pensée. Cette idée m'a obsédé quand j'ai vu Giard dont l'activité intellectuelle a été si intense et la production scientifique si féconde frappé brusquement dans l'organe de la pensée et terrassé à une période de la vie qui est encore celle de la maturité.

Il est mort au moins dans la plénitude de sa gloire; il a senti se presser autour de lui la cohorte des disciples qui devenaient tous ses amis; il a eu connaissance de l'émotion, de l'angoisse qu'éveillait dans le monde scientifique tout entier la nouvelle sinistre du mal qui ne pardonne pas et dont on ne souhaite même pas la guérison, car pour le savant mieux vaut mourir dans la pleine vision des choses que de vivre dans les ténèbres.

Giard était un esprit merveilleusement doué, d'une mémoire extraordi-

naire, d'une puissance de travail incomparable. Il connaissait tous les êtres par leur nom et savait les reconnaître par leurs formes; il possédait leur structure et était familier avec les détails de leur existence; il avait lu tout ce qu'on avait écrit sur chacun d'eux. Cette étonnante érudition faisait de lui la bibliothèque vivante où chacun venait puiser et il ouvrait à tous, de bonne grâce, avec une bienveillance encourageante, le trésor de sa science. Il n'a pas laissé un travail d'ensemble, mais son activité s'est répandue en Notes innombrables contenant toujours un fait nouveau et souvent une idée originale. Une notion se dégage de toute cette poussière de vérités, c'est celle de l'Évolution.

Il était l'un des plus assidus parmi nous comme il était l'un des plus fidèles à la Sorbonne. Mais s'il disparaissait, c'était pour reprendre ses observations à son laboratoire de Wimereux où le retrouvaient ses disciples et où la Science continuait à se faire en commun sur le pied de la familiarité et de la camaraderie.

M. Henneguy vient d'être appelé à le remplacer parmi nous.

Il y avait à l'École Normale un maître qui a pétri l'intelligence et orienté l'esprit de plusieurs générations de nos maîtres et dont le nom évoque la plus brillante période de ce qu'on a appelé la *chimie des métaux*. Henri Sainte-Claire Deville a été l'initiateur de deux confrères que nous avons encore perdus cette année : l'un physicien, Mascart; l'autre chimiste, Ditte.

Des humbles fonctions de maître répétiteur dans des lycées de province, Mascart s'est élevé, par son travail et par sa persévérance, aux plus hautes dignités et aux postes les plus honorables dans l'enseignement et dans l'administration.

Partout il se montra, par sa conscience et son labeur, à la hauteur de toutes les tâches.

Il a, lui aussi, abordé l'étude du spectre solaire, surtout dans la portion ultra-violette. Je pourrais citer quelques autres travaux personnels, mais Mascart n'était pas un inventeur. Il a rendu à la Science, à l'humanité et à son pays des services d'un autre ordre.

Pendant la guerre, il dirige une capsulerie à Bayonne.

La paix lui rend des loisirs; il étudie à l'école des Maxwell, des Thomson, des Weber, des Clausius, l'électricité, dont il ne savait que ce que lui avaient appris Coulomb et Ampère. On lui confie alors la direction du Bureau central météorologique de France. En 1878, il est élevé à la présidence du Comité météorologique international et, dans la même année, par

sa persévérance et par son habileté, il concourt à faire adopter, par tous les pays civilisés, ces unités électriques qui ont si puissamment contribué à faciliter les échanges de vue parmi les savants et à simplifier les applications industrielles de l'électricité.

La mort l'a frappé avant l'âge. Il a, pendant une longue maladie, assisté, stoïque, à sa déchéance corporelle.

Aucun de nous n'oubliera la grave figure de Ditte, l'académicien modèle par son assiduité, par la conscience avec laquelle il étudiait et transmettait les travaux qui lui étaient confiés, par la discrétion, la courtoisie et l'affabilité de ses relations avec ses confrères. Tous ceux qui l'ont approché louent sa bonté et son désintéressement.

Son œuvre scientifique n'a pas été très variée; mais il s'est attaché, avec une opiniâtreté et un scrupule exemplaires, à l'étude d'une importante question dont son maître lui avait confié le développement : celle des dissociations, dissociations par la chaleur, par l'eau, par les solutions salines. Jusque dans les dernières années, quoique la maladie eût déjà singulièrement amoindri sa puissance de travail, il nous apportait encore le fruit de nouvelles recherches.

Et je n'ai pas terminé cette longue nécrologie.

M. Douvillé nous a déjà fait connaître l'œuvre de notre correspondant, M. Péron. M. Bornet réclame l'honneur de vous parler de M. Clos.

Au dernier moment, je reçois la nouvelle de la mort de notre correspondant de Nancy, M. Fliche, dont les travaux de Botanique appliqués à l'économie forestière sont bien connus.

Enfin, à l'instant où je déposais la plume, nous est venue la nouvelle du décès de notre cher et illustre confrère, Albert Gaudry.

Vous avez entendu les paroles émues et les appréciations qui ont été prononcées à ses obsèques par M. Michel Lévy et par M. E. Perrier. Que pourrais-je y ajouter et comment oserais-je formuler un jugement incompétent quand de tels maîtres ont dit les paroles définitives.

C'est à lui-même que je veux emprunter quelques traits qui vous le feront bien juger. Il aimait l'Académie et cet amour était fait en partie de gratitude. Il lui devait les jours les plus heureux de sa vie, ceux qu'il avait passés au pied du Pentélique, dans ce ravin de Pikermi d'où il rapporta, au retour de sa mission, tant de trésors paléontologiques. Il nous a confié ses émotions il y a cinq ans, le jour où il s'acquittait de cette fonction qui m'est dévolue aujourd'hui. « Je me sentais bien chétif, nous disait-il, devant les restes des plus imposantes créatures. Mais j'ai gravi

l'Acropole où tant de merveilles du génie humain sont réunies et j'ai repris ma force.... Si le passé est aux géants sans raison, le présent est à nous et l'avenir nous appartient ». Et dans cette même séance, s'élevant plus encore, au-dessus de la beauté, dans les régions de la bonté, il s'émeut aux exemples de dévouement et de générosité qui ramènent son regard vers notre pays; et le dernier mot qu'il ait prononcé sous cette coupole, le dernier nom qui soit sorti de ses lèvres et par lequel je veux bénir sa mémoire, c'est celui de « notre douce France ».

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1908.

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Commissaires : MM. Jordan, Poincaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert, Maurice Levy, Boussinesq; Darboux, rapporteur.)

L'Académie avait mis au concours pour l'année 1908 la question suivante :

Réaliser un progrès important dans l'étude de la déformation de la surface générale du second degré.

Deux Mémoires ont été envoyés au concours :

Le Mémoire n° I est l'œuvre de M. **Luigi Bianchi**, professeur à l'Université de Pise, membre de l'Académie royale des Lincei, auteur de nombreux

et importants travaux de Géométrie infinitésimale. Au début de sa carrière, en 1879, M. Bianchi a fait connaître une élégante méthode de récurrence qui permet, étant donnée une surface à courbure constante négative, d'en déduire une suite indéfinie de surfaces nouvelles de même définition. Il suffit de tracer sur une surface donnée (S) à courbure constante $-\frac{1}{a^2}$ une famille de géodésiques (g), assujetties à concourir en un point à l'infini de la surface : les tangentes à ces géodésiques sont normales à une surface (Σ) pour laquelle la différence des rayons de courbure principaux est égale à a : elles sont de plus tangentes à une autre surface (S_1) qui, comme (S), est à courbure constante $-\frac{1}{a^2}$. Il est vrai que ce théorème avait été trouvé dès 1870 par Ribaucour, qui avait même montré que toutes les surfaces (S_1) dérivées ainsi d'une même surface (S) forment une famille de Lamé. Mais c'est à M. L. Bianchi, qui d'ailleurs ne connaissait pas les propositions énoncées d'une manière incidente par Ribaucour, que revient le grand mérite d'avoir su tirer de la proposition précédente une méthode vraiment originale de transformation des surfaces à courbure constante négative.

Cette méthode imaginée par M. L. Bianchi a été l'objet d'un grand nombre de travaux. Dès le début, Sophus Lie lui apporta un perfectionnement essentiel, en faisant la remarque fondamentale que, si l'on connaît les lignes géodésiques de la surface primitive (S), l'application indéfiniment répétée de la méthode n'exigera plus que des quadratures. Quelque temps après, en 1883, un géomètre suédois, M. Backlund, généralisa de la manière la plus simple le théorème de Ribaucour et la méthode de M. Bianchi. L'étude analytique et géométrique de tous ces résultats, poursuivie et approfondie par différents géomètres, au nombre desquels il faut compter M. Bianchi, a contribué à former un des Chapitres les plus intéressants de la Géométrie infinitésimale. On peut le résumer en ces termes. Désignons sous le nom de *congruences* W ces congruences rectilignes dont nous devons la connaissance à M. Guichard et qui jouissent de la propriété que les lignes asymptotiques se correspondent sur les deux nappes de la surface focale. Cela posé, il existe une infinité de congruences W pour lesquelles les deux nappes (S), (S_1) de la surface focale sont des surfaces de même courbure constante négative $-\frac{1}{a^2}$, et, si l'on se donne arbitrairement une des nappes (S), l'autre pourra s'en déduire par des opérations différentielles qui la feront dépendre de deux constantes arbitraires. En d'autres termes, et suivant la terminologie pittoresque de Sophus Lie, à chaque surface (S) correspondront ∞^2 surfaces (S_1).

On peut caractériser le Mémoire présenté par M. Bianchi en disant que

son objet est d'étendre les théorèmes précédents, qui s'appliquent à des surfaces applicables sur une surface particulière du second degré, la sphère, aux surfaces applicables sur la surface la plus générale du second degré. C'est avec grand plaisir que nous reconnaissons que M. L. Bianchi a pleinement atteint le but qu'il s'était proposé. Si les calculs par lesquels il arrive aux résultats ont souvent le caractère de pures vérifications et sont quelquefois difficiles, les résultats eux-mêmes, présentés sous une forme définitive et précise, méritent au plus haut point l'intérêt et l'attention des géomètres. On peut les résumer dans les énoncés suivants :

« Toute surface (S) applicable sur une quadrique quelconque (Q) appartient, comme première nappe de la surface focale, à une double infinité de congruences rectilignes W, dont la deuxième nappe (S_1) est applicable sur la même quadrique (Q).

» Si l'on peut effectuer les intégrations qui permettent de faire dériver de la première surface (S) toutes les surfaces (S_1), l'application de la méthode aux différentes surfaces dérivées pourra se poursuivre indéfiniment par de simples calculs algébriques. »

Le Mémoire n° 2 est l'œuvre de M. C. Guichard, Correspondant de l'Institut, professeur à l'Université de Clermont-Ferrand.

C'est M. Guichard qui, dans une Communication faite à l'Académie en 1897, a apporté une contribution décisive à la théorie de la déformation de la surface générale du second degré. On avait bien à cette époque résolu le problème de la déformation pour certaines surfaces particulières du second degré, le paraboloïde de révolution, certains paraboloïdes ayant une relation particulière avec le cercle de l'infini ; mais à M. Guichard revient le mérite d'avoir considéré, le premier, la surface la plus générale du second degré et d'avoir constitué, par la voie la plus simple, une méthode de récurrence qui permet, étant donnée une surface applicable sur une surface du second degré, d'en déduire une infinité d'autres, chaque opération nouvelle apportant deux constantes arbitraires. La méthode de M. Guichard repose sur la considération de ces systèmes conjugués qui sont communs à une surface et à sa déformée et que Ribaucour a considérés le premier. M. Guichard, qui les appelle *systèmes cycliques*, montre qu'ils sont caractérisés par une propriété géométrique des plus simples, et indique comment, étant donné sur une quadrique un système cyclique, on pourra en faire dériver une infinité d'autres par une élégante construction géometrique. D'autres recherches extrêmement originales, publiées par M. Guichard au

début de 1899 et relatives aux surfaces applicables sur les quadriques de révolution, contiennent de très belles propositions géométriques et ont exercé une grande influence sur le développement ultérieur de la théorie. Je me borne à signaler d'autres travaux plus récents, notamment une Communication de 1905, où se trouvent des résultats nouveaux, qui méritaient une étude approfondie.

Dans le Mémoire qu'il a présenté au concours, M. Guichard a négligé tout ce qui, dans ses études précédentes, s'appliquait à des quadriques particulières. Envisageant le problème qui lui était posé sous un point de vue très général, il indique deux groupes distincts de transformations qui permettent de faire dériver d'une solution du problème une infinité de solutions nouvelles.

Le premier groupe est formé de celles dont la mise en train n'exige que la résolution préalable d'une équation de Riccati. Cette équation étant résolue, on peut poursuivre l'application de la méthode en effectuant des quadratures.

Parmi les transformations de ce groupe se trouvent celle que nous avons rappelée plus haut et que M. Guichard avait fait connaître en 1897; il y en a aussi une autre où il introduit ce qu'il appelle *les congruences* K.2O. Voici une propriété géométrique de cette transformation :

« Soit M un point qui décrit une surface (S) applicable sur la quadrique (Q). Rapportons les deux surfaces à leur système conjugué commun (M). A ce réseau (M) est conjuguée une simple infinité de congruences K.2O. Celles de ces congruences qui correspondent au point M engendrent un cône de second ordre. Sur chacune de ces congruences, il y a une simple infinité de points N qui décrivent des surfaces (N) applicables sur la quadrique. Les plans tangents à toutes les surfaces (N) qui correspondent à une même droite de la congruence enveloppent un cône du second ordre; le sommet de ce cône décrit aussi une surface applicable sur la quadrique. »

A ce premier groupe de transformations, M. Guichard en adjoint un autre dont la mise en train exige une opération plus compliquée que la solution d'une équation de Riccati, opération différentielle dénommée d'ordre *deux* par son auteur, et qui équivaut à la formation d'un déterminant orthogonal du quatrième ordre, connaissant ses rotations. Quand cette première opération est effectuée, on peut poursuivre ici encore uniquement à l'aide de quadratures.

Dans le Mémoire de M. Guichard, comme dans celui de M. Bianchi, interviennent les propriétés de la développable circonscrite à la fois à la quadrique et au cercle imaginaire de l'infini. Mais le travail de M. Guichard contient toute une étude sur les systèmes de cercles et de sphères qui interviennent dans la déformation des quadriques, et surtout sur les surfaces isothermiques qui se présentent dans cette théorie. L'auteur introduit la notion des systèmes isothermiques singuliers; il montre que les systèmes isothermiques qui se présentent dans la déformation des quadriques sont des systèmes singuliers d'ordre *deux*, et il indique un certain nombre de transformations des systèmes isothermiques qui comprennent toutes les transformations connues. Il résout, en particulier, le problème suivant :

« Étant donnée une surface isothermique, reconnaître si, par un nombre fini de transformations, on peut ramener cette surface, soit à une surface minima, soit à une surface à courbure moyenne constante, soit à une des surfaces isothermiques qui se présentent dans la déformation des quadriques. »

Ce rapide résumé donnera, je l'espère, une idée des nombreux sujets traités dans le Mémoire de M. Guichard. Cet auteur a su se constituer des méthodes propres que les géomètres auraient intérêt à étudier. En signalant, dès 1889, dans un de ses Ouvrages (*Leçons sur la théorie des surfaces*, Livre IV, Chap. X), certaines relations très générales entre les congruences rectilignes et les équations linéaires aux dérivées partielles à deux variables indépendantes, votre rapporteur s'exprimait en ces termes :

« Les différents résultats que nous venons d'établir sont d'une grande généralité et interviennent comme éléments essentiels dans différentes recherches géométriques. »

Les méthodes employées par M. Guichard confirment cette prévision au delà même de ce qu'on pouvait espérer. On lui doit, en particulier, la notion du déterminant orthogonal, qui étend à l'espace à n dimensions la théorie des lignes de courbure.

Les deux Mémoires que nous venons d'analyser rapidement se recommandent, on le voit, par des mérites divers. L'un contient des résultats plus précis, l'autre des propositions plus étendues et des méthodes nouvelles. Tous deux méritent largement le prix, nous n'hésitons pas à le déclarer.

Et cependant, ni l'un ni l'autre ne contiennent ce que l'Académie atten-

dait des concurrents. Les méthodes ou les propositions qui y sont développées avaient été publiées, au moins en ce qu'elles ont d'essentiel, avant la clôture du concours. Nous aurions aimé à les voir comparées les unes aux autres, comparées aussi avec les travaux de géomètres qui n'ont pas concouru.

Quoi qu'il en soit, le concours est assez brillant pour répondre aux espérances de l'Académie, et nous n'hésitons pas à vous proposer de couronner les deux Mémoires, en partageant également le prix.

Votre Commission vous propose en outre d'insérer les deux Mémoires couronnés dans le *Recueil des Savants étrangers*.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX FRANCŒUR.

(Commissaires : MM. Jordan, Poincaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert, Maurice Levy, Boussinesq; Darboux, rapporteur.)

La Commission décerne le prix Francœur à M. **Émile Lemoine**, pour l'ensemble de ses travaux.

L'Académie adopte cette proposition.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Jordan, Poincaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert, Maurice Levy, Boussinesq; Darboux, rapporteur).

Le prix Poncelet est décerné à M. **Fredholm**, Professeur à l'Université de Stockholm, pour ses belles recherches sur les équations intégrales qui portent son nom.

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON (Mécanique).

(Commissaires : MM. Boussinesq, Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Schlœsing, Haton de la Goupillière, Poincaré; Maurice Levy, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. E. **Lebert**, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, à Vannes, pour les Mémoires qu'il a publiés dans les *Annales des Ponts et Chaussées*, depuis 1899, sur les mouvements vibratoires dans les poutres droites et les arcs supportés et suspendus.

PRIX FOURNEYRON.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Schlœsing, Haton de la Goupillière, Poincaré; Maurice Levy, rapporteur.)

L'Académie avait proposé le sujet suivant : *Étude théorique ou expérimentale sur les turbines à vapeur.*

Aucun Mémoire n'est parvenu à l'Académie.

NAVIGATION.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE LA MARINE.

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, Grandidier, Boussinesq, Deprez, Léauté, Bassot, Sebert, Hatt, Bertin, Maurice Levy; Guyon, Vieille, rapporteurs.)

La Commission, après examen des Rapports sur les titres des divers candidats, a partagé le prix de la manière suivante :

M. **Laubeuf**, 2500^{fr}, pour la part considérable qu'il a prise à la création de notre flotille sous-marine.

M. **Dunoyer**, 2500^{fr}, pour ses travaux sur les moyens de suppléer aux compas sur les cuirassés dans les locaux où ces instruments sont insuffisants, et sur les sous-marins.

M. **Dautriche**, 1000^{fr}, pour ses travaux sur l'influence des sels alcalins sur le degré d'explosivité des matières explosibles.

Rapport sur les travaux de M. Laubeuf, *par M.* **E. Guyou**.

M. **Laubeuf** a contribué pour une si grande part à la création de notre flottille de sous-marins que, pour rendre compte des importants services qu'il a rendus dans cette branche de l'art naval, on ne saurait mieux faire que d'exposer succinctement l'historique des mesures adoptées successivement par le Ministère de la Marine pour constituer ce nouveau matériel.

Au début de 1896, notre marine possédait déjà deux sous-marins : le *Gymnote* et le *Gustave-Zédé*, construits l'un et l'autre sur les plans de l'éminent ingénieur à qui nous devons cette nouvelle conquête de l'industrie navale et dont le second de ces navires a reçu le nom.

Ces deux navires, il est vrai, étaient sans valeur militaire; mais les expériences auxquelles ils avaient été soumis avaient mis définitivement hors de doute la possibilité de naviguer sous l'eau, sans danger excessif et avec des bateaux pourvus de moyens d'attaque redoutables. Ces expériences avaient en outre permis de former quelques officiers à la manœuvre délicate et impressionnante de ces nouveaux navires.

Le Ministre de la Marine, M. Lockroy, décidé à entrer résolument dans la voie nouvelle que venait d'ouvrir l'habileté et la hardiesse de nos ingénieurs et de nos officiers, institua, pour s'entourer de toutes les garanties possibles, un concours pour la présentation d'un plan de sous-marin. Les conditions du programme étaient très vagues : il n'en pouvait d'ailleurs être autrement, puisqu'on ne possédait sur la question d'autres documents précis que ceux qui se rapportaient aux deux navires déjà construits.

Trois des projets présentés à ce concours furent mis successivement en chantier : le *Morse* de M. Romazzotti en 1897, le *Narval* de M. Laubeuf en 1898 et plus tard en 1899 le *Farfadet* de M. Maugas. Le premier et le dernier de ces projets dérivaient surtout du *Gymnote* et du *Zédé*, dont ils conservaient les couples circulaires, la faible flottabilité en surface, le moteur unique et par suite le faible rayon d'action; ils présentaient bien entendu

l'un et l'autre, relativement aux modèles antérieurs, de sérieux perfectionnements à divers points de vue.

Le *Narval* au contraire répondait à un tout autre objectif. Son auteur en avait d'ailleurs commencé l'étude avant qu'il fût question du concours. M. Laubeuf, d'accord avec divers officiers de marine ayant expérimenté les sous-marins, estimait que ces bâtiments devaient être capables de naviguer en surface dans des conditions de sécurité et d'habitabilité pour l'équipage se rapprochant autant que possible des conditions normales et de parcourir ainsi des distances assez grandes pour aller chercher l'ennemi; c'est seulement à leur arrivée en présence de l'adversaire qu'ils devaient se transformer en sous-marins. Convaincu que la vitesse resterait toujours très inférieure à la vitesse des navires flottants à attaquer et que le but ne pourrait jamais être atteint que par surprise, il n'avait pas hésité à sacrifier en partie cette qualité pour réaliser les conditions essentielles de son programme. Aussi son projet, au lieu de la vitesse demandée de 12 nœuds, ne donnait-il que 6 nœuds en plongée et 10 nœuds environ en surface; par contre, le rayon d'action en surface fixé à 100 milles à 8 nœuds par le programme fut porté par M. Laubeuf à 450 milles; ajoutons enfin, pour faire mieux ressortir les divergences avec le programme, et par suite l'originalité du projet, que le *Narval* comportait deux moteurs, l'un à vapeur pour la surface, l'autre électrique pour la plongée.

Jusqu'en 1905 la Marine, dans ses mises en chantier, tint à peu près la balance égale entre les types sous-marins proprement dits et le type submersible de M. Laubeuf; pourtant, en fait, ces derniers restèrent en infériorité numérique par suite de la suppression, par simple mesure administrative, d'une mise en chantier de 11 submersibles sur 13, du type *Aigrette*, qui avait été décidée par les Conseils de la Marine et le Ministre précédent, et approuvée par le Parlement.

En 1905, la Marine fit procéder à des expériences comparatives entre le type de sous-marin le plus récent, le *Z*, et le dernier modèle de submersible de M. Laubeuf, l'*Aigrette*. Ce dernier fit preuve de qualités très supérieures et la commission d'essais présidée par le contre-amiral Philibert (aujourd'hui vice-amiral) conclut par le vœu formel que les futurs bâtiments fussent du type *Aigrette* agrandi.

Depuis cette époque, la presque totalité des navires qui ont été mis en chantier par la Marine sont des submersibles système Laubeuf; en 1905, 18 submersibles du type *Pluviôse*; en 1906, 16 autres et en 1907 encore 10 toujours du type *Pluviôse* avec de légères modifications.

Si l'on considère la totalité des mises en chantier, depuis l'origine, c'est-à-dire depuis 1896, on constate que la liste comprend 96 sous-marins et submersibles dont les déplacements, échelonnés depuis 70 jusqu'à 800 tonneaux en plongée, forment un total d'environ 27500 tonnes. Sur cet ensemble les submersibles Laubeuf sont au nombre de 53, déplaçant 19500 tonnes. La part personnelle du savant ingénieur comprend donc plus de la moitié du nombre des navires et les $\frac{2}{3}$ du déplacement total.

La série des 18 submersibles (*Pluviôse*, *Ventôse*, etc.) mise en chantier en août 1905 est en partie terminée. Les essais des trois premiers bâtiments ont été faits avec succès, en ce sens que toutes les prévisions de l'auteur ont été dépassées.

La Marine a entrepris de nouvelles expériences comparatives entre les submersibles du type *Pluviôse* et les sous-marins du type *Émeraude*. Ces expériences sont encore à leur début; il serait donc prématuré de faire état ici des résultats partiels obtenus, si satisfaisants qu'ils paraissent. Mais, quels que puissent être les résultats définitifs de ces nouveaux essais, il n'en est pas moins acquis que c'est à M. Laubeuf que notre Marine est redevable de la plus grande partie de sa flottille actuelle de sous-marins; aussi la Commission du Prix extraordinaire est-elle d'avis de décerner dès maintenant à ce savant ingénieur un prix de 2500^{fr} sur les fonds mis à la disposition de l'Académie pour récompenser les progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

Rapport sur les travaux de M. Louis Dunoyer, *par M.* E. Guyou.

Les lois des déviations des compas sont assez connues aujourd'hui, pour que, malgré les masses considérables de fer accumulées sur les navires modernes, on puisse déterminer à la mer les relèvements et les routes avec la même précision que sur les anciens navires en bois.

Mais ce n'est pas seulement par les déviations qu'ils font subir à l'aiguille aimantée que les fers des navires nuisent au bon fonctionnement des compas; ils agissent, en outre, à l'égard de ces instruments, comme de véritables écrans magnétiques. Sur les navires en fer, la force magnétique moyenne, c'est-à-dire l'intensité du champ constant qu'on peut réaliser par la compensation, est partout inférieure à la force terrestre locale. On peut toujours, il est vrai, sauf sur les sous-marins, trouver à bord de tout navire des emplacements où cette force ne descend pas au-dessous de 0,8 ou même

de 0.9 de la force terrestre, et cette valeur est amplement suffisante pour assurer le bon fonctionnement des compas; mais, sur les cuirassés, il existe certains emplacements où les besoins du service exigeraient qu'il y eût un de ces instruments, et où la raréfaction du magnétisme est telle qu'une rose, si bien construite qu'elle soit, n'y pourrait conserver un équilibre suffisamment stable. C'est le cas notamment des réduits cuirassés destinés à abriter les commandants pendant le combat.

Des difficultés analogues se présentent pour l'installation des compas sur les sous-marins.

On a essayé, par divers moyens, de transmettre dans ces emplacements les indications d'un compas extérieur, convenablement placé tant au point de vue des conditions magnétiques qu'à celui de la protection contre les projectiles de l'ennemi: toutes ces tentatives sont restées stériles. Sur les sous-marins, on a essayé aussi de suppléer au compas par l'emploi d'un gyroscope conservant pendant les plongées une direction repérée à la surface, mais sans plus de succès.

C'est en vue de ce même problème que M. **Louis Dunoyer** a imaginé et réalisé l'ingénieux instrument auquel il a donné le nom de *Compas électromagnétique*. La solution qu'il en donne est très satisfaisante; mais l'usage du nouvel appareil ne se borne pas à cette destination spéciale; il fournit en effet un nouveau moyen incomparablement plus rapide et plus simple que ceux dont on disposait, pour déterminer les constantes magnétiques du champ troublé à bord; il est, par suite, destiné à apporter de grandes facilités aux opérations et aux études qui exigent la connaissance préalable de ces constantes, et notamment à la compensation des compas.

Le compas électromagnétique de M. L. Dunoyer comprend deux parties distinctes pouvant être placées dans des locaux différents du bord : le *transmetteur* et le *récepteur*. Le transmetteur se compose principalement d'une bobine ayant son axe horizontal et tournant rapidement autour d'un axe vertical; sur ce dernier axe est monté un tambour en ébonite entouré d'une bague de cuivre coupée aux deux extrémités d'un même diamètre; le plan de la coupure est parallèle à celui des spires; les extrémités du fil de cuivre de la bobine sont reliées aux deux moitiés de la bague. Sur cette bague frottent, en deux points diamétralement opposés, deux balais solidaires du navire, reliés eux-mêmes à un galvanomètre placé dans le récepteur.

La quantité d'électricité qui traverse ce circuit pendant un tour de la bobine est proportionnelle à la vitesse de rotation, à l'intensité du champ

inducteur et au sinus de l'angle formé par le champ et la direction des balais, c'est-à-dire à la composante du champ suivant une perpendiculaire à cette direction. La rotation étant très rapide, le galvanomètre subit une déviation stable proportionnelle elle-même à cette composante.

La bobine du transmetteur porte un second enroulement, autant que possible identique au précédent, auquel correspond une seconde bague sur laquelle frottent deux autres balais dont la direction est perpendiculaire à celle des premiers. Enfin ces deux balais sont reliés à un second galvanomètre placé aussi dans le récepteur. La déviation de ce galvanomètre est stable comme celle du précédent, et elle est proportionnelle à la composante du champ suivant une direction perpendiculaire à la deuxième ligne de balais.

Les deux galvanomètres du récepteur sont disposés au-dessous d'une glace horizontale dépolie sur laquelle ils projettent l'image de deux traits lumineux respectivement parallèles à leurs axes. Ces axes sont horizontaux, perpendiculaires entre eux, et le récepteur est orienté de manière que l'axe de chaque galvanomètre soit parallèle à la ligne de balais à laquelle il est relié; par suite, les traits lumineux sont parallèles aux deux lignes de balais. Lorsque le transmetteur est au repos, ces traits passent par le centre de la glace dépolie; lorsqu'il est en mouvement à une vitesse constante, ils s'écartent de quantités proportionnelles aux deux composantes du champ magnétique inducteur; par conséquent, le vecteur qui a pour origine le centre de la glace et pour extrémité le point de rencontre des traits lumineux représente ce champ en grandeur, direction et sens.

Il suffira donc de placer sur la glace dépolie une rose graduée ayant sa ligne méridienne dirigée comme ce vecteur pour qu'on puisse déterminer la route et les relèvements comme on le ferait avec un compas placé à l'endroit où se trouve le transmetteur. Le problème des abris cuirassés est ainsi résolu.

Il faut, il est vrai, pour que l'indication du récepteur soit correcte, que les coefficients de proportionnalité des déviations aux composantes du champ soient égaux pour les deux galvanomètres. Ces coefficients dépendent de résistances susceptibles de varier; M. L. Dunoyer montre comment on peut vérifier l'appareil à ce point de vue, et le rectifier s'il y a lieu.

Le compas électromagnétique présente sur les compas ordinaires deux avantages importants : pendant les évolutions du navire, les roses sont toujours plus ou moins entraînées par le frottement du pivot sur la chape; d'un autre côté, l'aiguille suspendue est fréquemment troublée par les chocs et les vibrations de la coque et par les oscillations du navire; les indications du

compas électromagnétique sont affranchies de ces perturbations. Il résulte de là que, pour relever ces indications, il n'est nécessaire ni de maintenir le bâtiment immobile au même cap, ni même de choisir des périodes d'accalmie, comme pour les compas ordinaires. Si l'on place, sur la glace du récepteur, une feuille de papier et que, faisant tourner le navire en route libre à l'aide du gouvernail, on trace au crayon d'un mouvement continu le lieu géométrique des points de rencontre des traits lumineux, la figure ainsi obtenue représentera fidèlement, à la seule condition que la vitesse de rotation du transmetteur soit constante, l'ensemble des intensités et des directions du champ magnétique pour tous les caps, c'est-à-dire le *dygogramme elliptique* [1].

Le dygogramme permet non seulement d'obtenir les déviations totales à tous les caps [2], mais encore d'en séparer les parties dues respectivement : 1° au magnétisme permanent des fers durs et au magnétisme induit par la composante verticale du champ terrestre, 2° au magnétisme induit par la composante horizontale.

On peut également y relever les intensités respectives des trois forces, constantes en intensités et variables en directions, dont la résultante agit à tous les caps sur l'aiguille aimantée. Ces intensités ne sont données, il est vrai, qu'à un coefficient constant près; mais, dans beaucoup de cas, il suffit de connaître leurs valeurs relatives. D'ailleurs, M. L. Dunoyer indique plusieurs méthodes très simples pour déterminer expérimentalement ce coefficient; le compas électromagnétique devient ainsi un appareil de mesure absolue et permet d'obtenir le rapport de la force directrice moyenne à bord à l'intensité du champ horizontal dans le lieu, c'est-à-dire la constante λ de l'emplacement où se trouve le transmetteur.

Jusqu'à ce jour on ne pouvait construire ce dygogramme qu'après avoir déterminé expérimentalement par les méthodes usuelles, longues et laborieuses, les déviations à de nombreux caps; cette figure n'offrait donc qu'un intérêt spéculatif. Avec l'appareil de M. Dunoyer, au contraire, c'est le dygogramme que fournira directement l'observation, et c'est de son examen qu'on déduira soit les données nécessaires à la compensation, soit le tableau général des déviations aux différents caps.

M. Dunoyer montre même comment, sans apporter aucun changement

---

(1) *Description et usages des instruments nautiques*, 1889; *Manuel des instruments nautiques*.

(2) Sauf cependant la partie constante. Mais cette partie est toujours très petite et le plus souvent négligeable.

aux conditions magnétiques de l'emplacement du transmetteur, on peut, par l'introduction d'une résistance convenable et par quelques changements simples dans les dispositions du récepteur, faire indiquer à cet instrument les caps magnétiques corrects. Cette méthode originale de rectification est particulièrement digne d'attention.

En outre de ces services d'ordre pratique, le nouvel appareil ne peut manquer de faciliter l'étude des parties encore obscures de la théorie du magnétisme des navires, l'hystérésis par exemple, que rendait presque inabordables la difficulté de détermination des constantes.

La Marine a fait procéder déjà, sur le cuirassé *Patrie*, à des expériences très complètes avec un premier modèle : ces expériences ont confirmé en tous points les prévisions de l'auteur. Elles ont été assez concluantes pour que la Marine ait décidé de les poursuivre avec un nouveau modèle plus perfectionné construit à ses frais.

Le compas électromagnétique réalise donc, en résumé, les progrès suivants : il supplée, dans les abris cuirassés, au compas rendu impossible par la raréfaction du magnétisme; il simplifie, en outre, et rend beaucoup plus expéditive la détermination des constantes magnétiques à bord et apportera, par cela même, des facilités nouvelles aux opérations pour lesquelles la connaissance de ces constantes est nécessaire, c'est-à-dire, d'une part, à la compensation des compas, et, d'autre part, à l'étude des parties peu connues de la théorie du magnétisme des navires. Cet instrument est donc appelé à rendre de grands services à la Navigation en général, et plus particulièrement à la Marine de Guerre. Pour ces raisons, la Commission décerne à son auteur, M. **Louis Dunoyer**, un prix de 2500^{fr} sur les fonds mis à la disposition de l'Académie pour récompenser les progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

Les conclusions de ces Rapports sont adoptées par l'Académie.

Rapport sur les travaux de M. Dautriche,
par M. **Vieille**.

L'emploi des grands explosifs soit comme agents de propulsion dans les poudres balistiques, soit comme agents de rupture dans les chargements des projectiles, soulève des difficultés d'application dont la solution exige les études les plus délicates.

C'est ainsi que l'utilisation des poudres colloïdales à base de coton-

poudre, dont les produits de décomposition sont formés de gaz combustibles, donne lieu accidentellement aux phénomènes de rallumage des gaz à la bouche ou à l'ouverture de la culasse, connus dans l'artillerie sous le nom de *lueurs* ou de *retours de flamme*.

De graves accidents récents ont montré tout le prix qui s'attache à la découverte de méthodes permettant d'améliorer le fonctionnement des explosifs usuels.

M. l'Ingénieur des Poudres **Dautriche** a apporté une importante contribution à cette étude en faisant connaître une méthode calorimétrique permettant l'étude systématique des propriétés des explosifs à ce point de vue et en même temps en indiquant l'un des éléments les plus efficaces qui permettent de s'opposer au rallumage des gaz combustibles.

Une autre question importante est celle du mode de propagation de la détonation dans les systèmes détonants et de l'influence des modes d'amorçage d'où dépendent à la fois l'énergie des effets extérieurs et la sécurité du fonctionnement.

Ces phénomènes s'effectuent dans des temps si courts que les mesures directes des durées de temps par les procédés chronographiques usuels présentent de grandes difficultés.

M. l'Ingénieur Dautriche a fait connaître une méthode différentielle nouvelle fondée sur l'emploi des cordeaux détonants à grande vitesse de propagation et d'une extrême régularité dont dispose notre armement.

En intercalant, sur l'une des branches de deux rameaux identiques de ces cordeaux excités par une même amorce, le système détonant inconnu dont on veut évaluer la durée de détonation, on enregistre à l'extrémité des rameaux un déplacement du point de rencontre des deux ondes explosives qui atteint 3^{m} à 4^{m} par millième de seconde. La précision de la méthode équivaut à celle qu'on obtiendrait sur un cylindre tournant à des vitesses tangentielles de 3000^{m} à 4000^{m} par seconde. M. Dautriche a déjà fait connaître des applications remarquables de cette méthode à l'étude de l'influence de la densité de l'explosif sur la vitesse de détonation et à la détermination des densités limites au delà desquelles les ratés de détonation se produisent.

L'originalité des méthodes créées par M. **Dautriche**, l'importance des champs nouveaux qu'elles permettent d'explorer et des résultats déjà acquis, ont déterminé votre Commission à attribuer à leur inventeur un prix de 1000^{fr} sur les fonds alloués par le Département de la Marine pour les travaux de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, Grandidier, Boussinesq, Deprez, Léauté, Bassot, Guyou, Sebert, Hatt, Bertin, Vieille; Maurice Levy, rapporteurs.)

Ce prix a été, par la Commission de l'Académie, réparti comme suit :

M. **Codron**, professeur de construction de machines et de résistance des matériaux appliquée, à l'Institut industriel du Nord, pour les remarquables et utiles Ouvrages qu'il a publiés dans les vingt dernières années sur les machines-outils, les procédés de forgeage et, en général, le travail des métaux : 1500fr.

M. **Marchis**, pour les leçons de Physique appliquée qu'il professe à l'Université de Bordeaux et qui, dans les deux dernières années, ont porté fructueusement sur les gaz pauvres et sur la production et les usages du froid : 1500fr.

MM. **Fortant** et **Le Besnerais**, pour leur travail *Sur les oscillations de l'eau le long d'une paroi verticale :* 1000fr, à répartir par parts égales entre les deux auteurs.

Rapport sur un Mémoire intitulé : « Étude sur les mouvements d'eau qui peuvent se produire au contact et au voisinage d'une paroi plane verticale », par MM. Fortant et Le Besnerais, ingénieurs de la Marine, *par M.* **Bertin**.

MM. **Fortant** et **Le Besnerais** se sont proposé, dans leur Mémoire, de reprendre l'étude des mouvements de clapotis déjà connus en poussant l'approximation plus loin qu'il n'a été fait jusqu'ici, et en outre de rechercher par le calcul les lois des mouvements plus complexes qui résultent de l'entrecroisement oblique de deux houles et dont j'ai simplement indiqué l'existence, en leur appliquant le nom de *vagues pyramidales*, par opposition aux vagues cylindriques.

Ainsi leur travail se trouve embrasser la totalité des mouvements ondulatoires résultant du choc d'une houle pure contre un quai vertical, soit que la rencontre se produise normalement (cas du clapotis pur), soit qu'elle ait lieu obliquement (formation d'un gaufrage).

Les auteurs se sont appliqués, dans chacun de ces cas, à déterminer la

forme des couches liquides et celle des trajectoires des molécules, ainsi que la valeur de la pression en chaque point. Ils ont apporté un soin particulier à la détermination des pressions, parce que l'origine même de leur étude a été la recherche des efforts auxquels sont soumis certains travaux d'art, les portes des écluses et des formes de radoub, lorsque la houle vient à les heurter.

Pour mener à bien leur étude, MM. Fortant et Le Besnerais ont, dans le mouvement du liquide supposé tout d'abord continu, considéré les coordonnées de chaque molécule mobile comme étant des fonctions de celles d'une molécule dite *conjuguée*, appartenant à un liquide immobile également continu. La molécule conjuguée occupe précisément la position que la molécule mobile prendrait, si le mouvement du liquide venaient à s'éteindre graduellement. L'avantage offert par cette conjugaison de molécules est de donner, aux équations différentielles générales de continuité et d'équilibre hydrodynamique, une forme qui se prête assez aisément à un mode d'intégration par approximations successives. C'est dans cette méthode de calcul que réside la principale originalité du travail, au point de vue analytique.

La nécessité, ainsi acceptée, de recourir à une méthode d'approximations successives a sans doute l'inconvénient de conduire, pour exprimer les lois du mouvement et la valeur de la pression, à des séries de Fourier dont il n'est pas toujours facile de déterminer la convergence. Mais il ne semble pas possible de procéder autrement, pour les mouvements très complexes dont il s'agit : rien d'ailleurs ne permet de prévoir, bien au contraire, que ces mouvements seraient susceptibles, comme la houle pure en profondeur infinie, de se représenter par des équations simples à nombre limité de termes.

J'énumérerai rapidement les principaux résultats obtenus, parmi lesquels beaucoup sont nouveaux :

1° *Cas du clapotis pur en profondeur infinie.* — En s'en tenant aux termes principaux, ou de premier ordre, MM. Fortant et Le Besnerais obtiennent les équations bien connues du *clapotis simple*, le seul dont je me sois occupé jadis : la condition de constance de la pression à la surface supérieure est seule exactement satisfaite ; les couches horizontales ont, comme on sait, la forme de trochoïdes : les trajectoires des molécules sont rectilignes.

En tenant compte des termes du deuxième ordre, les équations deviennent celles du *clapotis à volume constant*, qui ont été données par M. Boussinesq, et qui se retrouvent dans les travaux de M. de Saint-Venant et de M. Flamant : les couches horizontales sont encore profilées suivant des trochoïdes,

mais les trajectoires prennent la forme d'arcs de paraboles : on voit apparaître une correction sur la valeur de la pression aux grandes profondeurs.

L'approximation a été poussée plus loin en tenant compte des termes du troisième, puis du quatrième ordre, ce qui a conduit à des équations compliquées, qui se rapprochent de plus en plus de celles du mouvement réel ; à ces degrés d'approximation, les valeurs calculées pour l'effort contre un quai peuvent être acceptées en toute confiance ; on reconnaît d'ailleurs que le recours aux termes du quatrième et même du troisième ordre n'a d'utilité, pour la détermination des pressions, que si la houle génératrice du clapotis présente une forte inclinaison. La forme des couches cesse d'être trochoïdale. Un résultat intéressant et très inattendu, relatif au *clapotis pur*, c'est-à-dire au mouvement déterminé en tenant compte des termes d'un ordre supérieur au second, porte sur la valeur de sa période qui est un peu supérieure à celle de la houle génératrice ; la superposition des deux houles de sens contraire imprime donc un léger ralentissement au mouvement ondulatoire des molécules. J'insiste un peu sur le mot *léger*, parce que dans les expériences répétées de clapotis factices que nous avons exécutées, M. de Caligny et moi, il y a une trentaine d'années, les conséquences complexes de ce ralentissement n'ont pas été observées ; les crêtes, si j'ai bonne mémoire, paraissaient s'élever et s'abaisser simultanément dans toute la longueur du canal d'essais, qui pouvait contenir environ vingt vagues.

2° *Cas du clapotis pur en profondeur limitée.* — MM. Fortant et Le Besnerais s'en sont tenus aux termes du second ordre, c'est-à-dire au degré d'approximation du clapotis à volume constant dont les lois sont connues.

3° *Cas des mouvements de gaufrage.* — Ces mouvements, dont l'étude analytique est entièrement nouvelle, résultent, soit de la réflexion d'une houle contre un quai frappé obliquement, soit, au large, de la superposition de deux houles égales se propageant dans des directions obliques l'une sur l'autre. Dans ce cas, les sommets sont isolés et comme pyramidaux, au lieu de former les crêtes continues, et les creux forment des bassins fermés sur tout leur pourtour au lieu de canaux rectilignes. La propagation se fait suivant la bissectrice des propagations des deux houles. Les lois du mouvement ont été établies et les pressions calculées, en considérant seulement les termes du premier et du deuxième ordre et en s'en tenant à l'hypothèse de la profondeur infinie.

Dans ces conditions, l'agitation totale se présente comme la combinaison du mouvement principal des couches régulièrement gaufrées, à sommets

isolés, et de dénivellations secondaires à crêtes rectilignes et continues; l'une de ces agitations produit une sorte de clapotis à profil fixe, dont les génératrices immobiles sont parallèles à la propagation des gaufrages, c'est-à-dire à la bissectrice de la propagation des deux houles obliques; la seconde est une sorte de houle résiduaire dont les génératrices sont perpendiculaires à celles des ondulations fixes qui précèdent. Le premier de ces deux mouvements n'est pas plus une houle qu'un clapotis; le second diffère de la houle en ce qu'il n'obéit pas à la loi pendulaire de la houle proprement dite. Les sommets du gaufrage se propagent exactement suivant la ligne de crête des ondulations fixes, et ses creux suivent de même le fond des canaux de ces ondulations.

4° *Mouvements variés.* — MM. Fortant et Le Besnerais ont montré la généralité de leur méthode de calcul, en étudiant, d'après les termes du premier ordre seulement de leurs équations, quelques mouvements très complexes résultant de la combinaison de deux ou de plusieurs houles de hauteurs quelconques. Ils ont, en particulier, déduit de leurs formules les équations relatives aux vagues de hauteur et de vitesse variables, que j'ai autrefois étudiées à titre de mouvement intermédiaire entre la houle et le clapotis.

Le Mémoire se termine par quelques considérations relatives au déferlement, à l'action du vent sur les agitations ondulatoires de la mer du large, et aussi aux règles à suivre pour le calcul des pressions sur les ouvrages d'art.

Des figures nombreuses et très soignées complètent le Mémoire et permettent de se rendre compte des résultats obtenus, plus facilement que par la lecture des équations, spécialement en ce qui concerne les causes du déferlement et la forme des couches horizontales, lorsqu'elles cessent d'être trochoïdales pour prendre les profils plus complexes auxquels les auteurs ont appliqué le nom de *clapotoïdes*.

En résumé, MM. **Fortant** et **Le Besnerais** ont ajouté un sérieux complément aux connaissances déjà acquises sur l'agitation si complexe de l'Océan. Leur Mémoire intéresse la navigation en général, non moins que la construction des travaux des ports, dont ils se préoccupaient surtout quand ils se sont mis à l'œuvre; il mérite, à ce titre, d'être signalé à l'Académie.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

ASTRONOMIE.

PRIX PIERRE GUZMAN.

(Commissaires : MM. Wolf, Radau, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Darboux, Lippmann, Poincaré.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Wolf, Radau, Deslandres, Baillaud, Maurice Hamy, Darboux, Lippmann, Poincaré; Bigourdan, rapporteur.)

Le problème de la détermination des parallaxes stellaires est un des plus difficiles de l'Astronomie de position; il est d'ailleurs des plus importants, notamment à cause de ses relations avec les questions cosmogoniques.

Parmi les astronomes adonnés à ce genre de recherches, MM. **Elkin** et **Chase** sont de ceux qui ont obtenu le plus grand nombre de résultats.

En 1882, nous trouvons M. Elkin à l'Observatoire du Cap, collaborant avec Sir D. Gill à la détermination des parallaxes des étoiles de première grandeur de l'hémisphère austral.

Nommé ensuite successivement observateur et directeur de l'Observatoire de Yale University, il fait seul le même travail pour les étoiles de première grandeur de l'hémisphère boréal. Puis avec deux de ses élèves, M. Chase et M. Smith, il étend les mêmes recherches à 163 étoiles, observées principalement par M. Chase.

En admettant une égale distribution des étoiles dans l'espace, comme on le fait généralement, on peut déterminer les distances relatives des étoiles des diverses grandeurs. Mais il reste à fixer l'échelle de ces distances, et c'est ce que les observations dont nous parlons permettront de faire avec plus de précision que par le passé.

En félicitant les auteurs de ces longues et importantes recherches, la Commission du prix Lalande propose de partager ce prix entre MM. **W.-L. Elkin** et **F.-L. Chase** et d'accorder une mention à M. **M.-F. Smith**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Wolf, Radau, Deslandres, Baillaud, Maurice Hamy, Darboux, Lippmann, Poincaré; Bigourdan, rapporteur.)

M. **Michel Luizet**, astronome adjoint à l'Observatoire de Lyon, est attaché à cet établissement depuis 1881 et s'y est occupé d'abord de Météorologie, de Magnétisme terrestre et d'Électricité atmosphérique. Plus tard, il s'est adonné surtout à l'étude des étoiles variables, et dans cette branche de l'Astronomie il a acquis une habileté reconnue.

Très longtemps stationnaire, l'étude des étoiles variables a pris, dans les 25 dernières années, un développement considérable; elle a fait éclore nombre d'idées nouvelles et modifié nos aperçus cosmologiques. Quoiqu'elle n'exige pas de puissants moyens d'observation, cette étude est cependant négligée en France, et M. Luizet a eu le mérite de s'y adonner avec constance : en une dizaine d'années, il a réuni 35000 observations réparties sur environ 200 variables de classes diverses. Aujourd'hui, il étudie plus spécialement les variables nouvellement signalées.

Il a pu ainsi donner les éléments et la courbe de lumière de nombre de ces étoiles, et les publications qu'il a faites à ce sujet, dans nos *Comptes rendus*, dans le *Bulletin astronomique*, etc., atteignent près de 50.

Pour appeler de ce côté l'attention des observateurs et pour encourager cet astronome à persévérer, la Commission vous propose de décerner à M. **Luizet** le prix Valz.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX DAMOISEAU.

(Commissaires : MM. Wolf, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Darboux, Lippmann, Poincaré; Radau, rapporteur.)

L'Académie avait proposé la question suivante pour sujet du prix Damoiseau à décerner en 1908 :

Théorie de la planète Éros basée sur toutes les observations connues.

Aucun Mémoire n'a été adressé à l'Académie.

L'étude de cette question étant poursuivie par plusieurs savants, l'Aca-

démie, sur la proposition de la Commission, décide de proroger le concours à l'année 1909.

PRIX JANSSEN.

(Commissaires : MM. Wolf, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Darboux, Lippmann, Poincaré ; Radau, rapporteur.)

Depuis 30 ans, M. **Pierre Puiseux** a cultivé avec succès toutes les branches de la Science astronomique : l'Astronomie de précision et la Mécanique céleste, l'Astronomie physique, la Mécanique appliquée et la théorie des instruments lui sont devenues familières et se sont enrichies des fruits de ses persévérants efforts. Parmi ces travaux très variés, plus d'un pourrait sans doute fixer l'attention de l'Académie ; mais nous préférons n'insister aujourd'hui que sur cette œuvre de longue haleine à laquelle M. Puiseux s'est consacré tout entier, comme collaborateur de notre regretté confrère Lœwy, et qui touche à son terme : l'*Atlas photographique de la Lune*.

C'est, sans contredit, ce que la Photographie céleste a produit jusqu'ici de plus beau et de plus parfait. Mais les profanes, qui peuvent maintenant étudier à loisir cette collection d'admirables planches, ne se doutent certainement pas de l'immensité du travail qu'elles ont coûté, ni des difficultés sans cesse renaissantes qu'il a fallu vaincre pour mener à bien une pareille entreprise sous un climat, en somme, peu favorable. Les clichés qui ont été finalement utilisés ne forment qu'une faible partie de ceux qu'on avait obtenus ; mais ce sont des *documents* dans toute la force du terme et qui resteront une source précieuse d'information pour les astronomes de l'avenir.

Chaque fascicule de l'Atlas est d'ailleurs accompagné d'un Mémoire où sont développées les idées que suggère l'étude attentive et pénétrante de ces paysages lunaires, si mystérieux, si énigmatiques, malgré leur relief pour ainsi dire palpable. M. Puiseux a résumé ces idées dans un Livre récent, intitulé *La Terre et la Lune*, et qui est d'une lecture extrêmement attachante. Il nous fait comprendre que l'histoire du satellite ne doit pas être séparée de celle de la planète dont il n'est peut-être qu'un fragment détaché. C'est donc la Géologie et la Géographie physique qu'il faut consulter pour avoir la clef des formations lunaires ; et la Géologie, à son tour, ne devrait pas négliger d'interroger ce témoin d'un passé dont les épisodes ont dû être un raccourci des révolutions terrestres. Il y a seulement lieu de tenir compte des différences essentielles qui résultent des conditions physiques données : faiblesse relative de la pesanteur à la surface de la Lune et refroidissement

plus rapide du plus petit des deux corps. On arrive ainsi à une explication très plausible des dissemblances constatées entre l'orogénie terrestre et l'orogénie lunaire.

Les recherches sélénographiques de M. **Puiseux** ont enrichi l'Astronomie physique de renseignements très précieux, et nous proposons à l'Académie de lui attribuer le prix Janssen, en témoignage de sa haute estime.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

GÉOGRAPHIE.

PRIX GAY.

(Commissaires : MM. Bassot, Guyou, Hatt, Bertin, Van Tieghem, Perrier; Bouquet de la Grye, Grandidier, rapporteurs.)

Le prix Gay est inégalement partagé entre :

M. **Louis Gentil**, maître de conférences à l'Université de Paris;
M. **Prosper Larras**, chef d'escadron d'artillerie.
MM. **Abel Larras**, lieutenant de vaisseau, et **Marcel Traub**, enseigne.

Rapport de M. **Alfred Grandidier**.

Études géographiques sur le Maroc, telle est la question que l'Académie a posée pour le prix Gay de cette année. Les importants résultats, tant topographiques que géologiques, qu'a rapportés de ses voyages dans cette région M. Louis Gentil, maître de conférences à l'Université de Paris, justifient pleinement l'attribution d'une partie du prix Gay que lui a faite votre Commission.

Dans sa première mission, qu'il a faite conjointement avec M. de Segonzac en 1904-1905, M. L. Gentil a exploré le Maroc septentrional, de Tanger à Tétouan par l'Andjera et le Haouz, ainsi que le Haut-Atlas. Il voulait d'abord s'occuper uniquement de géologie, résoudre le problème de la structure et de la genèse de la chaîne de l'Atlas, qui, quoique effleurée en

quelques points de son versant septentrional par divers savants, était bien mal connue, d'autant que son revers méridional n'avait jamais été parcouru; mais, traversant des pays où nul Européen n'avait encore pénétré, il dut s'improviser topographe et il a relevé ses itinéraires par cheminement à la boussole, multipliant ses stations de 5 minutes en 5 minutes et les repérant par des tours d'horizon pris sur tous les points remarquables visibles, mesurant très fréquemment les variations d'altitude et prenant de nombreuses vues photographiques orientées.

Grâce aux documents qu'il a ainsi amassés, il a pu dresser une Carte à $\frac{1}{250000}$ de la région qu'il a parcourue et où sont tracés, dans un quadrilatère limité par 3°20′ lat. et 2°20′ long., ses itinéraires et les contours géologiques qu'il a recoupés : cette Carte apporte à notre connaissance, tant topographique que géologique, de cette partie du Maroc une contribution très importante, d'autant plus importante que les voyages dans cette région se font dans les conditions les plus précaires. M. Gentil était en effet obligé de porter un déguisement et de n'emmener avec lui que deux ou trois compagnons indigènes.

Dans une nouvelle mission que lui ont confiée le Gouvernement, la Société de Géographie et le Comité du Maroc, il devait étudier le Sud-Marocain; malheureusement, il n'a pu exécuter le programme qu'il s'était tracé, car, à peine arrivé à Marrakech, son compagnon, l'infortuné D[r] Mauchamp, a été assassiné par une foule fanatique, et il lui a fallu se rabattre sur la frontière algérienne, qu'il a parcourue entre Figuig et Béchar, puis entre Berguent, El-Aricha et la mer : les trois régions de Tanger, du R'arb et la zone frontière d'Oudja ont été le théâtre principal de ses investigations.

Entre autres conclusions intéressantes qu'il a tirées de ses observations, il s'est convaincu que les idées émises sur la fermeture de la Méditerranée occidentale par la chaîne tournante du Rif et de la Sierra-Nevada étaient justes; mais il a constaté que, contrairement à ce qu'on croyait, la communication de la Méditerranée avec l'Océan aux temps tertiaires se faisait par un détroit sud-rifien et que l'effondrement du détroit de Gibraltar date de la fin du Miocène ou du commencement du Pliocène.

Dans la région du R'arb, notamment aux environs de Casablanca, il a révélé l'étendue de la nappe d'eau souterraine qui est située à la base des grès pliocènes et au contact d'un terrain imperméable sous-jacent; du reste le problème de l'eau, qui offre tant d'intérêt dans ces régions, l'a justement et utilement préoccupé pendant toute sa mission.

Ses observations lui ont aussi permis de se faire une idée sur l'origine des

tirs ou *terres fortes*, auxquelles est due la grande fertilité du bas plateau qui borde l'Atlantique sur plusieurs centaines de kilomètres, depuis Larache jusqu'à Safi; elles n'ont point l'origine éolienne qu'on avait coutume de leur attribuer, elles sont dues à la *décalcification des grès pliocènes*.

Dans la zone d'Oudja, il a rattaché ses observations et levés cartographiques, tant actuels qu'antérieurs, aux positions algériennes, et il a découvert des dépôts carbonifères très développés.

Il y a là tout un ensemble d'excellents travaux dans des pays peu et souvent pas connus, faits au milieu de difficultés et de dangers de toutes sortes, dont je n'ai donné qu'un aperçu bien incomplet et bien sommaire, et dont votre Commission est heureuse de reconnaître la valeur et l'importance par l'attribution d'une partie du prix Gay.

Rapport de M. **Bouquet de la Grye.**

Le prix Gay devait être décerné cette année à un travail sur la Géographie du Maroc; l'Académie en a reçu trois également méritants, mais ayant des buts différents. M. **Larras**, chef d'escadron d'artillerie, attaché militaire au sultan Abd ul Azis de 1898 à 1907, a profité de son séjour au Maroc et des nombreuses excursions qu'il a dû faire pour son service ou en accompagnant les colonnes chargées de recueillir l'impôt pour relever tous ses itinéraires à l'échelle du $\frac{1}{100000}$, en les complétant par de nombreuses visées à la boussole ou au théodolite. Ces tracés se recoupaient souvent et par cela même se sont contrôlés. En plus, 150 positions comprenant toute la partie ouest du Maroc ont été déterminées astronomiquement.

En outre, M. Larras a levé les plans de 14 villes à une grande échelle et, par le fait même de tout ce travail, a rendu un service signalé à notre armée. Jusqu'au moment où cette publication a été faite, nos connaissances sur la topographie du Maroc étaient presque nulles, et M. Larras signale, pour la position de Marakesh sur d'anciennes Cartes, des erreurs allant à 40^{km}.

A côté de ce travail se trouve celui présenté par MM. **Abel Larras**, lieutenant de vaisseau, et **Traub**, enseigne. Il consiste en une triangulation de la côte entre Casablanca et Mogador, exécutée en 1905 et 1906 avec tout le soin possible. Les éléments en sont donnés dans dix cahiers d'observations. Le commandant d'artillerie s'est servi de quelques points pour repérer ses itinéraires.

Ces deux travaux, bien différents par leur but et par les intérêts qu'il s'agissait de desservir, sont également recommandables; tous deux doivent

être appelés à prendre part au prix Gay, mais, au point de vue des besoins de notre armée, nous devons faire passer le levé du commandant Larras avant celui des officiers de marine. Certes ces derniers ont donné un travail définitif qui, à ce titre, ne peut que plaire à un géodésien et à un hydrographe, mais le levé général du Maroc nous éclaire sur la topographie entière du pays et il représente neuf années de travail. Dans ces conditions, nous proposons d'attribuer une partie du prix au commandant d'artillerie et aux deux officiers de marine.

Les conclusions de ces Rapports sont adoptées par l'Académie.

PRIX TCHIHATCHEF.

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, Grandidier, Bassot, Guyou, Hatt, Van Tieghem, Perrier; Bertin, rapporteur.)

Le prix Tchihatchef est décerné au lieutenant-colonel **Bernard** pour la *Délimitation de la frontière franco-siamoise*.

PRIX BINOUX.

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, Guyou, Hatt, Bertin, Van Tieghem, Perrier; Grandidier, Bassot, rapporteurs.)

Le prix Binoux est partagé.

Un prix est décerné à M. **Paul Helbronner**, pour sa *Description géométrique des Hautes Alpes françaises*;

Un prix est décerné à M. le Dr **Jules Richard**, pour ses *Travaux et son Livre sur l'Océanographie*.

Deux mentions sont attribuées à MM. **Mazeran**, pour son *Atlas du fleuve du Sénégal*, et **René Bossière**, pour ses *Notices sur les îles Kerguelen*.

Rapport sur les travaux de M. P. Helbronner, *par M.* **Bassot**.

Il est reconnu depuis longtemps que la Carte de France au $\frac{1}{80000}$ est absolument insuffisante, tant pour les besoins de la Science que pour ceux des Services publics.

La Carte nécessaire doit être levée sur le terrain au $\frac{1}{10000}$ en pays de plaine, au $\frac{1}{20000}$ en montagne, pour être éditée au $\frac{1}{50000}$. Cette réfection a été étudiée et peut être entreprise de suite. Mais on recule devant la dépense : grosse erreur économique. On ne veut pas voir que le profit général que cette réfection procurerait dans toutes les branches de l'activité industrielle et scientifique compenserait au décuple les besoins de l'opération.

En attendant, des initiatives surgissent, qui s'efforcent de parer aux besoins les plus pressants. Chose curieuse, c'est pour la montagne qu'on réclame surtout aujourd'hui des Cartes plus lisibles, plus détaillées, plus exactes. Le tourisme a créé pour beaucoup ces exigences. La protection de nos frontières réclame également des levés plus précis : le Service géographique de l'Armée pourvoit à ce besoin militaire par ses plans directeurs au $\frac{1}{10000}$ ou au $\frac{1}{20000}$; mais ces travaux sont confidentiels et le public n'en bénéficie pas. On voit donc des particuliers entreprendre, à leurs frais, à défaut de l'État, des opérations de Géodésie et de Topographie qui donnent satisfaction à cette tendance d'une connaissance plus exacte de la montagne.

C'est pour l'étude des Alpes françaises que nous avons déjà deux entreprises particulières. La première est celle des Vallot qui, depuis plus de quinze ans, se dépensent en efforts pour le levé du massif du mont Blanc. La seconde est celle de M. **Paul Helbronner**, qui s'est donné le vaste programme de faire la description géométrique de tout le massif des Alpes françaises, à l'exception, bien entendu, du mont Blanc.

C'est cette dernière œuvre qui a été soumise à l'examen de votre Commission pour le prix Binoux.

M. Paul Helbronner est devenu un fervent de la haute montagne à l'école des Vallot. Dès avant son entrée à l'École Polytechnique, il passait une partie de ses vacances en leur compagnie. Depuis, il n'a peut-être pas laissé un seul été sans faire des ascensions sur les plus hautes cimes : il y a gagné d'être devenu un alpiniste des plus expérimentés.

Ancien officier d'artillerie, ayant renoncé à toute autre carrière, M. Paul Helbronner s'est assigné comme tâche, il y a de cela six ou sept ans, de faire une étude détaillée des Alpes françaises, voulant y consacrer toute son activité, ses connaissances acquises, payant tous les frais avec ses deniers personnels, uniquement guidé par le désir de rendre un service à la Science.

L'œuvre d'ensemble qu'il a conçue est la suivante :

Décrire géodésiquement toute la haute région des Alpes françaises depuis

le lac Léman jusqu'à la Méditerranée, en multipliant le nombre des points trigonométriques et, en particulier, en apportant la densité habituelle pour les points topographiques au réseau trigonométrique des points saillants des hautes crêtes, déterminés par leurs coordonnées géographiques et par leur altitude;

Accessoirement, profiter des appareils de support très stables, nécessaires aux observations géodésiques, pour obtenir également les tours d'horizon photographiques en chacune des stations, lesquels permettront ultérieurement la détermination d'une infinité de points dits *photographiques*;

Exécuter, pendant les mois où l'on ne fait pas campagne, toute la série des calculs et la mise au net des opérations;

Finalement, publier tous ces résultats, mathématiques et photographiques, de façon à obtenir une description complète, géométrique et artistique, des hautes régions des Alpes françaises;

En attendant cette publication, fournir, sur leur demande, à tous services ou personnes intéressées, les résultats déjà calculés.

L'exécution de ce programme a commencé en 1903. M. Paul Helbronner y a déjà consacré six campagnes. Chacune de ces campagnes a été remplie par des opérations vraiment considérables dont l'étendue et la précision ont frappé votre Commission. M. Paul Helbronner s'est révélé du premier coup un géodésien consommé : toutes ses opérations sont conduites avec une méthode longuement mûrie, et ses observations faites avec une conscience qui n'a jamais faibli. Ses stations sont établies sur les points les plus culminants, souvent aussi sur les arêtes des massifs, de manière à éviter le plus possible les angles morts dans les tours d'horizon. C'est un peu la caractéristique de son travail : son réseau est situé dans des plans altimétriques généralement très élevés au-dessus des vallées, ce qui permet, en particulier, d'obtenir les altitudes avec beaucoup de précision.

Déjà il a terminé les observations de détail dans la région comprenant les massifs d'Allevard, des Sept-Laux, de la Belle-Étoile, des Grandes-Rousses, de Belledone, des Arves, de Taillefer, du Pelvoux-Écrins, des Ceras et de la partie nord du Briançonnais; le tout couvre une superficie d'un peu plus de 3000^{km^2}; le nombre des stations occupées dépasse 300, dont 120 à des altitudes supérieures à 2500^{m}, les plus élevées atteignant 4000^{m}: le nombre des directions visées s'élève à 10000, le nombre des points déterminés trigonométriquement à 2000; les photographies de tours d'horizon à 3000. Cet énorme labeur a été réalisé en quatre campagnes de 1903 à 1906.

Les campagnes de 1907 et 1908 ont été consacrées à l'établissement d'une

chaîne méridienne en Savoie, opération d'un ordre plus élevé que les triangulations complémentaires, et qui a été exécuté avec un grand théodolite Brunner à vernier, donnant à la lecture les 20 secondes centésimales, et à l'estime les 10 secondes, tandis que les triangulations complémentaires ont été faites avec un petit théodolite donnant la minute centésimale. Cette chaîne s'étend dans une région où les travaux géodésiques officiels, entrepris après l'annexion, ont été exécutés d'une façon un peu hâtive et sans les garanties de précision qui sont indispensables pour former l'assiette des travaux topographiques. Elle se trouve reliée à la triangulation suisse ainsi qu'au réseau primordial du parallèle moyen; elle offre toute sécurité.

On voit, par cet exposé rapide, que l'œuvre entreprise par M. Paul Helbronner est aujourd'hui en plein développement : pendant les six premières campagnes, il a parcouru environ le tiers des Hautes Alpes, qui forme la région la plus accidentée et la plus difficile. Il estime qu'il lui faudra peut-être encore 10 à 12 ans pour remplir tout son programme.

Déjà il a beaucoup calculé de ses premières opérations : il possède un grand nombre des résultats, c'est-à-dire les positions géographiques; il attend, pour les publier, d'avoir fait les compensations. Mais, tels quels, ces résultats sont tout à fait utilisables et ont déjà servi, soit pour des travaux topographiques, soit pour des recherches scientifiques ou industrielles. C'est ainsi qu'il a fourni au Service géographique de l'Armée les coordonnées géographiques d'un grand nombre de points de sa triangulation complémentaire dans les hautes régions du Dauphiné, qu'il a fourni également un grand nombre de renseignements aux ingénieurs de Grenoble, qui sont chargés, par le Ministère de l'Agriculture, de faire des levés de glaciers pour les études concernant l'utilisation des chutes d'eau.

En résumé, M. Paul Helbronner mérite l'approbation et les encouragements de l'Académie pour l'initiative qu'il a prise d'exécuter lui-même, et entièrement à ses frais, la description géométrique des Hautes Alpes françaises, pour l'ardeur qu'il apporte à en poursuivre la réalisation, pour l'esprit scientifique avec lequel il conduit ses travaux : bel exemple d'une rare énergie et d'un dévouement sans limite mis au service de la Science dans une œuvre des plus difficiles.

Votre Commission attribue à M. **Paul Helbronner** la part la plus importante du prix Binoux.

Rapport sur les travaux de M. J. Richard, *par M.* **Grandidier.**

La science de l'Océanographie ne date que de quarante ans; dès longtemps, les marins s'occupaient de recherches intéressant directement la navigation : sondages près des côtes, hauts-fonds et récifs, courants superficiels et marées, mais c'est la mémorable expédition du *Challenger* autour de la Terre (1873-1876) qui a éveillé l'attention générale sur l'utilité tout à la fois scientifique et pratique des explorations sous-marines et a donné le signal d'une série de grandes croisières exécutées dans ce but par les diverses nations maritimes.

Tout le monde en France se rappelle les importantes découvertes faites à bord du *Travailleur* et du *Talisman* par Alph. Milne-Edwards et ses collaborateurs, ainsi que celles faites par le Prince de Monaco, soit avec l'*Hirondelle*, soit avec la *Princesse-Alice*, pendant vingt-deux campagnes consécutives.

Toutes ces expéditions ont accumulé une masse énorme de matériaux de la plus grande valeur et ont produit des résultats très importants dans tous les domaines de la Science, et il était fort utile, au moment où l'étude sérieuse des mers est à l'ordre du jour et doit se faire d'après des méthodes scientifiques, que tous ces matériaux, qui sont épars dans une foule de *publications de circonstance* ou dans les *Rapports* et *Procès-Verbaux* du Conseil international permanent pour l'exploration de la mer qui siège à Copenhague, fussent coordonnés dans un seul Ouvrage et ainsi mis à la portée des naturalistes et des marins, car on n'avait aucun traité récent résumant les progrès considérables qui ont été réalisés dans ces dernières années. **M. le Dr J. Richard**, qu'une longue expérience des explorations sous-marines et ses découvertes personnelles mettaient mieux à même que personne de mener à bien cette œuvre, l'a accomplie à la grande satisfaction de tous ceux que ces questions intéressent.

Dans cet Ouvrage, sont étudiés successivement : l'étendue et les profondeurs des mers, la constitution et la nature de leurs fonds, les formations chimiques qui s'opèrent dans les dépôts pélagiques, les propriétés physiques et chimiques de l'eau de mer, notamment sa température, sa coloration, sa transparence, sa composition; l'origine et la formation des glaces, les mouvements de la mer et leurs effets, enfin la biologie de ces immensités où vivent partout des êtres innombrables et variés à l'infini. Les instruments

employés pour les mesures et les divers ordres de recherches ainsi que les engins utilisés pour les récoltes tant à la surface qu'aux diverses profondeurs sont décrits et figurés avec soin, et les plus remarquables spécimens des faunes et flores tant de surface que bathypélagiques y sont fort bien représentés.

En somme, c'est non seulement, comme le dit M. Richard, un livre de haute vulgarisation scientifique, mais un traité où la science toute moderne des mers est passée en revue avec l'expérience qu'ont donnée à l'auteur les dix-sept croisières scientifiques faites à bord de la *Princesse-Alice* et la compétence qui en est naturellement résultée; aussi votre Commission a-t-elle, à l'unanimité, décerné une part du prix Binoux à M. le Dr **Jules Richard**.

Les conclusions de ces Rapports sont adoptées par l'Académie.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, Grandidier, Bassot, Guyou, Hatt, Bertin, Van Tieghem; Perrier, rapporteur.)

Depuis l'année 1898, date à laquelle il fut attaché à la mission du général de Trentinian, M. **Chevalier** a consacré tout son temps à des travaux de recherches sur l'Afrique tropicale et principalement à l'étude de la flore, du sol, des ressources économiques et des peuplades observées. Pendant ces dix années il a accompli cinq missions en Afrique représentant au total près de cinq années de séjour dans les parties les moins connues de ce continent où il a effectué des itinéraires qui atteignent aujourd'hui un développement d'environ 30000^{km}. Les collections qu'il a rapportées se trouvent au Muséum et concernent la flore, la faune, l'ethnographie.

En dehors des travaux de science pure, l'explorateur s'est attaché à faire l'étude approfondie des végétaux utiles qui font la richesse de nos colonies : cotonniers, palmiers à huile, caféiers, plantes à caoutchouc, cacaoyers, bois utilisables, etc.

Quatre fascicules, comprenant 750 pages in-8° de texte avec de nombreuses planches, ont déjà été consacrés aux *Végétaux utiles de l'Afrique tropicale française*.

C'est un autre Ouvrage : *L'Afrique centrale française*, compte rendu

des travaux de la Mission Chari-lac-Tchad (1902-1904) que M. Chevalier soumet aujourd'hui au jugement de l'Académie des Sciences (¹).

M. Chevalier décrit les pays inexplorés qu'il a parcourus entre le Haut-Oubangui et le lac Tchad, pendant une mission de 22 mois organisée par le Ministère de l'Instruction publique, le Ministère des Colonies, l'Institut (fondation Garnier), le Muséum.

A Brazzaville, la Mission découvrit deux espèces de *Landolphia* nains fournissant par leurs racines le *caoutchouc des herbes* alors inexploité. Ces observations furent communiquées à l'Académie des Sciences et publiées dans les *Comptes rendus* (2ᵉ semestre 1902).

Après une traversée rapide du Congo et de l'Oubangui, en utilisant ces fleuves, la Mission quitta la forêt vierge pour la zone des savanes soudanaises incendiées annuellement par les feux de brousse. Les plantes des régions volontairement brûlées chaque année semblent avoir appris à se défendre contre le feu. Comme si quelque intelligence secrète les dirigeait, les unes se cuirassent de liège, d'autres se développent sous terre et ne laissent paraître au dehors que juste ce qui est nécessaire de rameaux et de feuilles pour fleurir et fructifier dans le court espace de temps de la saison des pluies; toutes les plantes qui n'ont pas pu se modifier ainsi sont reléguées au fond des eaux, dans les marais ou parmi les rochers. C'est une démonstration en quelque sorte expérimentale de cette grande loi de l'adaptation aux saisons, soit de certaines fonctions, soit de l'existence même des animaux et des végétaux fragiles. Les incendies créent pour les plantes une saison meurtrière artificielle.

Les régions plus spécialement étudiés furent :

1° Les États du sultan Senoussi, complètement inexplorés auparavant, d'où la Mission rapporta de nombreux renseignements sur les territoires situés aux confins des trois bassins Congo, Tchad, Nil;

2° La région du lac Iro, découvert par la Mission;

3° La province désertique du Kanem et les abords du lac Tchad.

M. Vidal de la Blache, analysant dernièrement la publication de la Mission Chari-Tchad, s'exprimait ainsi :

« Le gros Volume que nous avons sous les yeux et qui n'a que le défaut

(¹) Paris, A. Challamel, 1907 (couvert. 1908), in-8°, xv-776 pages, 112 fig., 8 pl. phot., 6 pl. cartes.

d'être peu maniable est un document éloquent du précieux butin que la Mission a rapporté. Il se compose d'une relation très bien présentée et très attachante, puis de copieux appendices dont quelques-uns ont un véritable intérêt géographique.... Préciser et rectifier n'est pas en pareille matière le moindre service que puisse rendre un véritable savant. Une sérieuse critique est nécessaire pour empêcher la littérature coloniale de s'encombrer de renseignements hâtifs, vagues ou même franchement erronés.

» L'auteur eut maintes fois occasion de faire justice d'indications de ce genre..., mais la somme des indications nouvelles dépasse de beaucoup celles des vérifications.... »

Après avoir énuméré ces indications, M. Vidal de la Blache termine ainsi :

« Je souhaite que ces analyses fassent apprécier ce qui est, suivant nous, le mérite supérieur de ce Livre : l'emploi de la méthode comparative, l'ampleur de vues, une haute curiosité embrassant à la fois le passé et le présent, le sol et les hommes. »

La Commission propose de décerner le prix Delalande-Guérineau à M. **Auguste Chevalier**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT.

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann, Becquerel, Amagat, Gernez, Maurice Levy, Poincaré, Cailletet; Violle, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. **André Blondel**, pour sa remarquable série de recherches sur les conditions et l'emploi de l'arc électrique.

A l'aide de son oscillographe, et par un enregistrement strobophotographique, M. Blondel a pu déterminer, dans les cas les plus variés, les modalités de l'arc continu ou alternatif et spécialement de ce dernier.

On savait que l'arc alternatif présente un facteur de puissance inférieur à l'unité, et on l'expliquait par un décalage entre le courant et la tension. M. Blondel a montré qu'il n'y a pas de décalage, mais une action de l'arc lui-même sur la forme du courant. L'absence de décalage implique celle de toute force contre-électromotrice de polarisation. Des mesures directes ont entièrement vérifié cette importante conséquence.

L'étude de l'arc alternatif entre charbon et métal a conduit M. Blondel à préciser les conditions variables du redressement apparent du courant. Il a mis en évidence le rôle considérable du circuit dans le phénomène. Il a reconnu l'influence de l'incandescence de la cathode sur l'allumage de l'arc.

Non moins intéressante est son étude de l'arc chantant, qu'il rattache heureusement à la décharge fractionnée de Gaugain, et où il montre encore l'influence du circuit d'alimentation.

De nombreuses mesures photométriques ont mis hors de doute l'infériorité de l'arc alternatif. Elles ont d'autre part défini l'influence qu'ont sur le rendement la disposition et la nature des électrodes, et elles ont permis d'améliorer ce rendement. M. Blondel a été ainsi conduit à une utilisation rationnelle des charbons minéralisés, dont l'emploi est devenu tout à fait sûr et pratique.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX HUGHES.

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann, Becquerel, Violle, Amagat, Maurice Levy, Poincaré, Cailletet; D. Gernez, rapporteur.)

Depuis Galilée et Newton, les savants les plus éminents ont étudié la viscosité des fluides en vue d'établir les caractères généraux des actions moléculaires et d'en déduire les lois. Dans l'Ouvrage qui a pour titre *Leçons sur la viscosité des liquides et des gaz*, M. **Marcel Brillouin** a soumis à un examen critique très attentif les travaux les plus importants publiés depuis l'origine de ces recherches. Il a exposé les expériences de Coulomb et les développements mathématiques dont elles ont été le point de départ, les lois de l'écoulement des liquides si nettement mises en évidence par Poiseuille, et a présenté une analyse savante des travaux postérieurs effectués sur l'eau, le mercure et les liquides les plus variés aux diverses températures et sous des pressions s'élevant jusqu'à plusieurs centaines d'atmosphères.

Passant à l'étude des gaz, M. Brillouin rappelle les conceptions de Daniel Bernoulli, précisées ensuite plus tard par Clausius, discute les expériences de O.-E. Mayer. Maxwell, Girault, Kundt et Warburg; analyse les travaux importants de Th. Graham sur la viscosité des gaz et les nombreuses recherches effectuées à diverses températures par L. Meyer, Wiedemann, Breitenbach, Schultze, Holmann, Bestelmeyer, L. Meyer et Schumann, Barus, etc.

La discussion de toutes ces recherches a conduit M. Brillouin à cette conclusion qu'il existe une *loi universelle d'attraction entre atomes aux distances moléculaires*. Quant à l'énoncé de cette loi, il estime que, pour la formuler d'une manière précise, il est indispensable d'entreprendre de nouvelles expériences sur des gaz de densités très différentes, exécutées entre des limites de températures les plus éloignées possibles.

Les difficultés sérieuses que présente cette étude, les procédés remarquables à l'aide desquels un certain nombre de points importants en ont été élucidés, ont conduit votre Commission à vous proposer d'attribuer à M. **Marcel Brillouin** le prix Hughes.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Troost, Gautier, Ditte, Lemoine, Le Chatelier, Schlœsing, Carnot, Maquenne; Haller, rapporteur.)

Rapport sur les travaux de M. Ph. Barbier, professeur de Chimie générale à la Faculté des Sciences de Lyon.

C'est dans les régions les plus diverses du domaine de la Chimie organique que M. **Barbier** a porté ses efforts de chercheur, montrant ainsi toute la souplesse de son esprit ingénieux et toute son habileté expérimentale.

Dès ses débuts dans la recherche personnelle, les composés terpéniques

semblent exercer de l'attrait pour lui, puisque son premier travail, qui date de 1872, a pour objet la transformation du pinène en cymène. Mais abandonnant ce sujet dont il entrevoit déjà toute l'aridité, et s'inspirant des belles recherches de son maître Berthelot, il consacre plusieurs années à l'étude des carbures pyrogénés et expose finalement, dans sa thèse de Doctorat ès Sciences physiques, les principaux résultats obtenus. C'est d'abord un procédé ingénieux d'extraction du fluorène par du goudron de houille et une étude approfondie de ce carbure, qui lui permettent de fixer son poids moléculaire et sa structure chimique. C'est ensuite un ensemble de recherches consacrées à l'étude du mécanisme de la transformation des carbures en $C^{14}H^{14}$ en des composés $C^{14}H^{10}$, moins riches en hydrogène et isomères de l'anthracène. Ces recherches d'ordre synthétique ont puissamment contribué à éclaircir la constitution de plusieurs de ces derniers carbures.

Celles que M. Ph. Barbier a effectuées, en collaboration d'abord avec M. L. Vignon puis avec M. Sisley, sur les phénosafranines et les safranines substituées, ont également eu pour résultat de jeter une vive lumière sur la structure et la genèse de ces matières colorantes si complexes.

Mais les travaux les plus importants, ceux auxquels il a consacré 10 ans de labeur continu, soit seul, soit en collaboration avec ses collègues ou ses élèves, ont de nouveau trait aux composés terpéniques et en particulier aux alcools, aldéhydes, cétones et acides se rattachant aux séries acyclique et hydrobenzénique. Il réussit d'abord à retirer de l'essence de menthe pouliot un nouvel isomère du camphre, la pulégone dont il détermine la composition et la fonction. Puis reprenant l'étude de l'essence de Licari Kanali, il en extrait le licaréol dont il établit la véritable structure en montrant, par la facilité que possède ce corps de donner une aldéhyde, un acide, un tétrabromure, qu'il est acyclique, tétravalent et à fonction alcool primaire.

Ses recherches faites en commun avec M. Bouveault sur l'essence de pélargonium où les deux savants mettent en évidence la présence d'un rhodinol et d'un géraniol absolument identiques à ceux qui se trouvent dans l'essence de roses; celles relatives à l'essence de lemon-grass, où ils admettent l'existence de trois aldéhydes, dont l'une au moins se confond avec le citral de l'essence de citron ont également fait sensation à l'époque. Contestée pendant longtemps par l'École allemande, la présence des deux aldéhydes trouvées a été confirmée par les déclarations des principaux contradicteurs qui ont dû s'incliner devant l'évidence des faits.

Cet ensemble de découvertes d'ordre analytique fut corroboré par des recherches synthétiques qui ont conduit à la reproduction d'une méthylhep-

ténone identique à celle qui se trouve dans l'essence de lemon-grass. Cette cétone a ensuite permis de réaliser la synthèse de l'acide géranique et de fixer, d'une façon définitive, la constitution de cet acide, ainsi que celle du géraniol et du citral.

Nombreuses et variées sont les expériences que M. Barbier et ses collaborateurs ont encore faites dans cet ordre d'idées, et souvent inattendus et très suggestifs ont été les résultats obtenus.

Qu'il nous suffise de citer, par exemple, son étude sur le diméthylhepténol, dont il réalise la synthèse au moyen de la méthylhepténone et de l'iodure de méthyle en substituant au zinc le magnésium, comme agent de condensation. Or on sait, par les très belles recherches de son élève, M. Grignard, combien féconde a été l'application, dans nos laboratoires, de cette modification apportée à la méthode générale de Saytzeff, et l'impulsion nouvelle que la préparation des organomagnésiens a donnée à la synthèse organique.

En considération des nombreux services que, par ses découvertes, **M. Ph. Barbier** a rendu à la Science, la Section de Chimie propose de lui décerner, en entier, le prix Jecker pour l'année 1908.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX CAHOURS.

(Commissaires : MM. Gautier, Ditte, Lemoine, Haller, Le Chatelier, Schlœsing, Carnot, Maquenne; Troost, rapporteur.)

La Commission propose de partager le prix également entre **M. Gain** et **M. Pierre Carré.**

L'Académie adopte cette proposition.

PRIX MONTYON (Arts insalubres).

(Commissaires : MM. Troost, Ditte, Lemoine, Haller, Le Chatelier, Schlœsing, Carnot; Armand Gautier et L. Maquenne, rapporteurs.)

Un prix est décerné à **M. A. Frois.**

Un prix est décerné à **M. Georges Claude.**

Rapport sur les recherches de M. A. Frois, *relatives aux poussières industrielles, par M.* **Armand Gautier.**

Le long Mémoire que **M. A. Frois**, inspecteur départemental du travail industriel, présente au concours Montyon a pour titre : *Poussières industrielles. Captage, évacuation, utilisation.*

La question étudiée par l'auteur est une de celles qui à bon droit préoccupent le plus l'hygiéniste, l'industriel et le philanthrope. M. Frois l'a traitée avec une réelle compétence. Il étudie d'abord les poussières en elles-mêmes, leur nature, leur numération, leur poids. Il examine d'une manière générale les procédés de captage de ces poussières par entraînement mécanique, par l'air, la vapeur d'eau, etc., ainsi que les instruments industriels qui permettent de réaliser et de mesurer ce captage : aspiration, entraînement par les gaz, la vapeur, les lavages, filtrages, etc., ainsi que les méthodes qui peuvent, comme le brûlage, rendre ces poussières inoffensives. Dans cette *première Partie* l'auteur aborde aussi de front la théorie du captage et de l'évacuation des poussières et arrive à cette conclusion qu'il y a généralement intérêt et économie, pour l'ouvrier et le patron, à remplacer les aspirateurs à haute dépression par des aspirateurs à grand débit, ne produisant qu'une faible dépression. Cette conclusion découle des recherches personnelles de M. Frois. Elle a été confirmée par d'intéressantes applications, en particulier dans les industries qui produisent des poussières métalliques lourdes.

L'auteur étudie ensuite, dans des Chapitres successifs, le captage des poussières en chaque cas particulier : Industrie minière, industries alimentaires telles que meuneries, sucreries, féculeries, malteries; industries chimiques, papeteries, typographie; travail des textiles, des cuirs, des soies, des peaux, des tissus, du bois, de l'ivoire, de la corne, du celluloïd; travail des métaux lourds ou vénéneux; peinture, plomberie, étamage, taille des pierres dures, émaillage, fabrication de la faïence et du verre, etc.

A propos de l'industrie si dangereuse du blanchissage, M. Frois décrit une *dépoussiéreuse* qu'il a imaginée pour enlever au linge sale, avant toute autre manipulation et pour fixer au besoin, les poussières dangereuses de sorte que l'ouvrier puisse ensuite faire en toute sécurité le triage nécessaire qui précède l'essangeage et le blanchissage.

L'auteur a le mérite de décrire clairement et en peu de mots les installations industrielles qu'il juge les meilleures pour arriver pratiquement à protéger l'ouvrier.

Quoiqu'on puisse trouver dans un Ouvrage aussi complexe quelques insuffisances (poussières arsénicales, production et travail de la céruse, malterie, etc.) et regretter aussi que l'auteur n'ait pas fait de plus nombreux emprunts aux riches documents accumulés depuis près d'un siècle sur le sujet qu'il traite dans le *Recueil des travaux du Conseil d'Hygiène et de Salubrité de la Seine*, nous pensons que son exposé, très intéressant et toujours frappé au coin d'une bonne critique, mérite d'attirer l'attention de l'Académie et des industriels, et nous proposons de lui accorder un des prix Montyon (*Arts insalubres*) pour l'année 1908.

Rapport sur les travaux de M. GEORGES CLAUDE, *par M.* L. MAQUENNE.

En dehors d'un certain nombre de travaux sur l'électricité et de son Ouvrage *L'Électricité à la portée de tout le monde*, honoré par l'Académie du prix Hébert, M. **Georges Claude** a porté plus spécialement ses efforts sur l'étude et les applications pratiques des méthodes propres à absorber ou liquéfier les gaz.

Dans une première série de recherches, effectuées en 1896 avec la collaboration de M. Hess, il a montré que l'acétone est capable de dissoudre sous toutes les pressions 25 fois son volume de gaz acétylène et que cette dissolution présente toutes les garanties désirables de sécurité au cours de son transport ou de ses manipulations. Ces garanties ont été rendues plus grandes encore par l'usage, proposé par notre savant confrère M. Le Chatelier, de matières poreuses capables à leur tour d'absorber l'acétone.

M. Georges Claude a donné ainsi le moyen d'emmagasiner et de transporter l'acétylène sous un petit volume en évitant les dangers que présente sa liquéfaction ou même sa simple compression : d'où une plus grande facilité d'emploi qui favorise largement les applications de ce gaz à l'éclairage, à la soudure autogène et au coupage des métaux, qui évite enfin l'encombrement des générateurs et compresseurs d'acétylène gazeux, ainsi que la surveillance que nécessite le fonctionnement régulier de ces appareils.

Des compagnies importantes s'occupent activement de développer l'industrie de l'acétylène dissous non seulement en France, mais encore en Angleterre, en Belgique, en Allemagne, en Russie et en Amérique.

Mais les travaux les plus importants de M. Claude, tant par les résultats déjà obtenus que par ceux que l'avenir nous permet d'entrevoir, sont relatifs

à la fabrication de l'air liquide et à la séparation par des moyens d'ordre exclusivement physiques de ses deux principaux éléments, l'oxygène et l'azote. On peut dire qu'ils ont fourni la meilleure solution actuelle du problème soulevé il y a longtemps déjà par les mémorables découvertes de M. Cailletet, à savoir la liquéfaction industrielle et économique de l'air commun.

On sait que la liquéfaction de l'air a été d'abord réalisée par l'emploi de la détente avec travail interne, méthode précaire qui n'a pu devenir vraiment pratique que grâce aux importants perfectionnements que lui a apportés le professeur Linde.

Profondément convaincu de la supériorité sur cette méthode de la détente avec travail extérieur récupérable, d'autre part fort de l'appui et des conseils de MM. d'Arsonval et Potier, M. G. Claude commença dès le mois de septembre 1900 à s'occuper de la réalisation de ses idées théoriques. Le succès ne tarda pas à couronner ses efforts, et, dans le courant de l'année 1902, une délégation de l'Académie pouvait voir fonctionner dans son installation de la Villette un groupe établi sur ce nouveau principe et fournissant, sous une pression initiale de 30^{atm} seulement, 25^{l} d'air liquide à l'heure.

Depuis cette époque, M. Claude a encore perfectionné sa méthode par une série de dispositifs qu'il a décrits sous les noms de *liquéfaction sous pression* et de *détente Compound* : il a trouvé dans l'éther de pétrole le seul lubrifiant qui résiste à la congélation dans les organes mécaniques en contact avec l'air liquide. Enfin, ses machines étant devenues capables de donner d'une manière continue environ 1^{l} d'air liquide par cheval-heure, M. Claude put aborder le côté réellement pratique de la question qu'il s'était posée tout d'abord, c'est-à-dire la séparation physique des éléments constitutifs de l'air et en particulier de l'oxygène.

Il montra tout d'abord, par des expériences très nettes, que, contrairement aux idées de Dewar, la liquéfaction des composants de l'air, loin d'être simultanée, présente exactement, en sens inverse, les mêmes particularités qui s'observent pendant l'évaporation de l'air liquide. On pouvait ainsi prévoir avec exactitude tous les phénomènes corrélatifs de sa condensation et de sa rectification, entre autres la liquéfaction anticipée de l'oxygène.

Ce principe, immédiatement mis à profit par M. Claude, a donné naissance au procédé dit de *retour en arrière*, qui permet d'obtenir immédiatement, au cours de la liquéfaction de l'air, la totalité de l'oxygène qui s'y

trouve, sous une teneur théorique de 48 pour 100. En s'aidant de la rectification, il devient alors facile d'effectuer la séparation intégrale de l'oxygène et de l'azote, pratiquement purs l'un et l'autre.

Les procédés de M. G. Claude et de M. Linde sont actuellement les seuls qu'emploie l'industrie, et les difficultés qui n'ont pas manqué de surgir à la suite de leur concurrence ont maintenant fait place à un accord qui ne peut qu'être favorable à leur développement ultérieur.

Aujourd'hui onze appareils, dont dix sont capables de fournir 1200^{m^3} et un 2600^{m^3} d'oxygène pur par jour, fonctionnent ou vont incessamment fonctionner à Paris, Lyon, Marseille, Lille, Liége, Francfort, Bilbao et Gênes. Le type de 100^{m^3} donne environ 1^{m^3} d'oxygène pur par cheval-heure, sous une pression initiale qui déjà s'est abaissée au-dessous de 20^{atm}, et ce rendement pourra sans aucun doute être accru de moitié dans les types plus puissants. Le prix de revient de l'oxygène étant ainsi intimement lié à celui de la force motrice, il y a lieu d'espérer qu'on pourra bientôt l'obtenir assez économiquement pour vulgariser et étendre ses applications, déjà importante, aux arts chimiques ou métallurgiques. L'azote lui-même pourrait trouver son emploi dans la fabrication de la cyanamide calcique ou la conservation des produits, chimiques ou agricoles, qui craignent le contact de l'air. Bref, il y a là deux matières premières nouvelles dont l'industrie ne tardera pas à s'emparer et à tirer grand profit.

C'est cet ensemble de travaux de premier ordre, poursuivis pendant plusieurs années avec une rare persévérance et menés à bien grâce à une connaissance approfondie de la théorie des gaz, que la Commission propose à l'Académie de récompenser en attribuant à M. **G. Claude** un prix Montyon.

Les conclusions de ces Rapports sont adoptées par l'Académie.

PRIX BERTHELOT.

(Commissaires : MM. Gautier, Ditte, Lemoine, Haller, Le Chatelier, Schlœsing, Carnot, Maquenne; Troost, rapporteur.)

Le prix biennal Berthelot, fondé pour encourager les recherches de *Synthèse chimique*, et qui est décerné cette année pour la première fois, est attribué à M. **Fosse**.

PRIX FONTANNES.

(Commissaires : MM. Gaudry, Michel Lévy, Lacroix, Barrois, Wallerant, Perrier, Zeiller; Douvillé, rapporteur.)

M. **Pervinquière**, chef des travaux pratiques de Géologie à l'Université de Paris, a consacré plusieurs années à l'exploration de la Tunisie, et il en a consigné les principaux résultats dans ses *Études géologiques sur la Tunisie centrale*.

Aujourd'hui il commence la description des matériaux paléontologiques qu'il a recueillis, et nous fait connaître dans un très important Mémoire les Céphalopodes des terrains secondaires (*Études de Paléontologie tunisienne*, t. I); la plus grande partie se rapporte au terrain crétacé et elle nous montre que la faune qui vivait alors dans la Mésogée proprement dite était notablement différente de celle du bassin anglo-parisien.

Le Mémoire de M. Pervinquière se distingue par le soin apporté aux descriptions et par l'étude approfondie des relations qu'il est possible d'établir entre les faunes successives; il nous fait connaître un grand nombre de formes nouvelles.

Votre Commission est d'avis à l'unanimité que le prix Fontannes doit lui être décerné.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX BORDIN (Sciences physiques).

(Commissaires : MM. Gaudry, Michel Lévy, Lacroix, Douvillé, Wallerant, Perrier, Zeiller; Barrois, rapporteur.)

La Commission propose de partager le prix Bordin entre MM. **F. Priem**, professeur au Lycée Henri IV, et **M. Leriche**, maître de conférences à la Faculté des Sciences de Lille, pour leurs études des Poissons fossiles du bassin parisien.

L'œuvre de M. F. **Priem** comprend un important manuscrit traitant des Poissons fossiles du bassin parisien (233 pages, 4 planches), et un vaste ensemble de publications, poursuivies depuis une quinzaine d'années, sur les

Poissons fossiles des terrains secondaires et tertiaires de diverses régions de France, de Roumanie, de Portugal, d'Algérie, de Tunisie, d'Égypte et de Perse. Il a fait connaître de nombreuses espèces, nouvelles pour la Science, et indiqué leur répartition géographique et stratigraphique.

Les documents qui ont permis à M. Priem d'écrire son Mémoire sur les Poissons fossiles du bassin parisien se trouvent conservés dans nos grandes collections nationales : Muséum, École des Mines, Sorbonne. Les types qu'il a étudiés avaient été décrits par Delamétherie, Lacépède, Cuvier, de Blainville, Agassiz, Gervais, Sauvage, et, malgré l'éloquence naturelle des admirables séries paléontologiques du Jardin des Plantes, il faut reconnaître un mérite spécial à l'auteur d'avoir su leur faire donner encore des enseignements nouveaux, après tout ce qu'elles avaient révélé à de si éminents naturalistes.

Il semblait qu'il n'y eût plus qu'à glaner dans ce champ exploité par tous les maîtres de la Paléontologie française, et cependant M. Priem y a fait une récolte abondante.

Une partie de son succès est due à la sévérité de sa méthode critique et à la sagacité de son appréciation : elles lui ont permis de résoudre souvent avec précision le problème si complexe et si délicat de la détermination des dents fossiles. C'est souvent en effet sur des dents isolées, seuls débris conservés à l'état fossile des Poissons cartilagineux; c'est sur des otolithes, productions solides renfermées dans l'oreille des Téléostomes, que sont établies nombre des espèces citées, car les Poissons fossiles découverts jusqu'à ce jour dans le bassin de Paris sont incomplets et fragmentaires.

M. Priem à entrepris la revision de toutes les déterminations anciennes. Une discussion serrée de toutes les espèces citées par les auteurs lui a permis d'établir une sorte de catalogue raisonné des Poissons du bassin; il l'a complété par la description de toutes les formes nouvelles réunies dans ces dernières années par divers collectionneurs habiles et par les soins éclairés des conservateurs de nos grandes collections. Il a ainsi reconstitué l'histoire de 34 populations successives de Poissons, qui ont vécu dans le bassin parisien, depuis l'époque du Trias jusqu'à celle du Miocène. Ces Tableaux constituent une œuvre considérable; ils empruntent une valeur spéciale à la connaissance qu'a l'auteur des mers anciennes dans lesquelles ont vécu ces faunes successives, de leur étendue, de leur profondeur, de leurs rivages, de la nature de leurs sédiments et, d'une manière générale, de leurs conditions physiques. La comparaison qu'il a faite de ces faunes ichthyologiques avec celles qui vivaient dans les mêmes temps dans les régions voisines de

l'Angleterre et de l'Allemagne lui a permis d'intéressantes observations sur la répartition et les migrations des espèces. Ainsi, dans l'étude des transformations séculaires des faunes ichthyologiques dont il nous montre la suite et les progrès en un même point du globe, il peut rapporter aux divers facteurs le rôle qui leur revient. Par là, il est arrivé à donner un premier exposé de l'évolution des Poissons dans le bassin parisien, depuis le début des temps secondaires, exposé meilleur que tous ceux qui avaient été tentés jusqu'à ce jour et que pourront seules modifier de nouvelles découvertes paléontologiques.

M. M^{ce} **Leriche** a soumis aux suffrages de l'Académie un volumineux Mémoire, fruit de six années d'études continues, comprenant la détermination, la description et les figures, au nombre de plus de 1000, de débris de Poissons fossiles rencontrés dans le nord du bassin de Paris et en Belgique. Ses conclusions, développées dans toute une série de brochures, reposent sur des documents de haute valeur, inédits pour la plupart, accumulés pendant une période de 50 années dans les collections de l'Université de Lille par les soins de notre confrère, M. le professeur Gosselet, et dans celles du Musée royal de Bruxelles par le très distingué directeur de cet établissement.

M. M^{ce} Leriche ne s'est point proposé de retracer la succession des faunes ichthyologiques disparues du bassin parisien; il s'est attaché à l'étude approfondie de quelques-unes d'entre elles, des époques dévoniennes, crétacées, éocènes. On lui doit la connaissance des premiers Vertébrés qui aient habité le nord de la France : ce sont des Poissons placodermes, très différents de nos Poissons actuels, et dont les organes mous étaient protégés par une puissante carapace externe. L'étude d'empreintes internes de quelques-unes de ces carapaces a permis à M. M^{ce} Leriche de faire connaître la disposition, la nature et le rôle de divers organes problématiques : les déductions qu'il en a tirées ont une importance capitale pour l'anatomie et pour le classement des formes de ce groupe aberrant.

Les Poissons du Crétacé supérieur, décrits dans le même Mémoire, sont au nombre de 55. Mais c'est l'étude des Poissons éocènes qui constitue la partie la plus importante de l'œuvre, tant en raison de la richesse plus grande des collections mises à la disposition de l'auteur qu'à cause des relations des espèces reconnues avec des formes vivant dans nos mers, relations qui permettent des conclusions plus précises et des considérations d'un intérêt général sur les conditions des mers de ces époques. Les espèces paléocènes caractérisent une faune tempérée, elles sont au nombre de 36; les espèces

éocènes appartiennent à des formes tropicales, elles sont au nombre de 98.

Parmi les formes les plus répandues dans nos mers, à ces époques, figurent les Requins avec leurs dents en nombre si considérable. L'analyse approfondie de leurs mâchoires a conduit M. M^ce Leriche à donner une nouvelle nomenclature de la denture des Lamnides. Des dentures entières de Lamnides fossiles (*Odontaspis*, *Lamna*, *Oxyrhina*, *Physodon*, *Galeus*, *Galeocerdo*) ont été reconstituées par ses soins et lui ont permis de diminuer le nombre des divisions spécifiques établies dans ces familles. Trop souvent les paléontologistes établissent des espèces nominales, d'après des débris insuffisants, et celui qui sait, comme M. M^ce Leriche, reconnaître parmi ces débris divers les restes d'un même type, d'un même être, et qui diminue ainsi le nombre des espèces systématiques, est un savant, en possession de connaissances anatomiques profondes et très étendues.

La comparaison des Poissons fossiles avec ceux qui vivent à l'époque actuelle lui a aussi fourni diverses observations intéressantes: on en peut citer comme exemple le cas du *Triodon*, genre créé par Cuvier pour un Poisson de l'océan Indien. Ce genre était jusqu'ici inconnu à l'état fossile; M. M^ce Leriche, ayant reconnu sa présence dans l'Éocène, put étudier le développement des mâchoires de cette nouvelle espèce, et son étude lui permit d'établir la phylogénie de la famille des Gymnodontidés.

M. Priem nous avait retracé, dans une vue d'ensemble, l'histoire des différentes faunes ichthyologiques qui se sont succédé dans le bassin de Paris; M. Leriche nous a donné le meilleur parallèle qui ait été fait de quelques-unes de ces faunes, dans ce bassin et en Belgique, et s'est élevé à la considération des causes physiques qui permettent de comprendre leurs différences, à différentes époques, dans ces deux régions.

Votre Commission a pensé que les efforts persévérants de MM. **Priem** et **Leriche** avaient largement contribué aux progrès de la Science paléontologique et méritaient une haute récompense; elle vous propose de partager entre eux le prix Bordin, par parties égales.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Bornet, Guignard, Prilleux, Zeiller, Perrier, Giard; Bonnier, Chatin, rapporteurs.)

Le prix n'est pas décerné.

La Commission accorde une mention honorable à M. **Hariot** pour son Ouvrage sur les Urédinées.

Elle accorde une autre mention honorable à Mlle **Belèze** pour l'ensemble de ses travaux botaniques.

Ces deux mentions épuisent le montant du prix.

Rapport sur l'Ouvrage de M. Paul Hariot, *par M.* **Gaston Bonnier.**

Le Volume de M. **Paul Hariot**, intitulé *Les Urédinées* (Rouilles des plantes), est un exposé à la fois très clair et très substantiel des faits se rapportant aux maladies si nombreuses des plantes les plus variées, qui sont dues à l'attaque des parties aériennes par les champignons du groupe des Urédinées.

M. Hariot commence par définir ce groupe et par montrer à la suite de quelles vicissitudes il a été placé en définitive dans les Basidiomycètes.

Dans un Chapitre suivant, l'auteur décrit la forme des Urédinées, leur appareil végétatif et leurs organes de reproduction, ainsi que leur développement général, soit chez les Urédinées hétéroïques, c'est-à-dire parasites successivement sur des plantes déterminées, soit chez les Urédinées autoïques, celles qui effectuent toute leur évolution sur le même hôte.

La première Partie de cet Ouvrage se termine par l'exposé des recherches expérimentales faites sur la propagation des Rouilles et rend compte, par exemple, des expériences de M. Eriksson.

Vient ensuite la description des genres et des espèces d'Urédinées; puis la liste des plantes qui sont attaquées par ces maladies. Ces deux dernières énumérations constituent la majeure partie de l'exposé de M. Hariot.

Étant données l'utilité de faire connaître au grand public les résultats scientifiques qui intéressent les maladies des végétaux et en particulier des plantes de grande culture, la clarté du texte et les illustrations bien choisies, la Commission accorde à M. **Hariot** une mention sur le prix Desmazières pour son Ouvrage sur les Urédinées.

Rapport sur les travaux de Mlle Belèze, *par M.* **Chatin.**

Mlle **Marguerite Belèze**, bien connue par ses nombreux travaux de Botanique systématique, adresse à l'Académie des Sciences, pour le concours du prix Desmazières en 1908, plusieurs publications.

Quelques-unes concernent la Phanérogamie : tel est le Catalogue des Plantes nouvelles, rares ou intéressantes des environs de Montfort-l'Amaury et de la forêt de Rambouillet; mais la plupart des Ouvrages soumis par Mlle Belèze à l'examen de la Commission sont relatifs aux Cryptogames et rentrent ainsi dans les conditions du prix Desmazières.

Les Champignons semblent avoir tout particulièrement attiré et retenu l'attention de Mlle Belèze. Nous lui devons la première *Liste des Champignons supérieurs et inférieurs de la région de Montfort et de Rambouillet*. Quelques années plus tard, elle publiait un *Supplément* à cette liste.

En 1900, paraissait la *Liste des Mousses et Hépatiques* de la région rambolitaine; puis, en 1905, la *Liste des Lichens* de Montfort et de Rambouillet.

Les Cryptogames inférieurs n'étaient nullement négligés, comme en témoigne l'*Étude des plantes contaminées par des Champignons*.

En même temps, paraissaient les *Observations sur les criblures en grains de plomb* qui perforent les feuilles. Il s'agit surtout de diverses Puccinies, fort bien étudiées.

Abordant successivement la Cryptogamie sous ses aspects les plus variés, Mlle Belèze a réuni plusieurs cas de fasciation fongique; puis, après cette incursion dans le domaine tératologique des Champignons, elle s'est efforcée de familiariser le public avec ces Cryptogames, parmi lesquels on peut trouver tant d'espèces alimentaires mêlées à tant d'espèces redoutables.

Sous ce titre modeste : *Les Bons et les Mauvais Champignons*, Mlle Belèze a rédigé un petit Aide-Mémoire pratique de Mycologie élémentaire qui peut être fort utile et très instructif.

Depuis plus de trente ans, Mlle Belèze a consacré toute son activité au

service de la Botanique qu'elle a scrutée dans tous ses détails et dont elle n'a cessé d'explorer le vaste domaine. Son œuvre considérable se trouve condensée dans de multiples Mémoires, dont je n'ai pu citer qu'une partie, et par de nombreuses aquarelles exécutées avec un talent remarquable.

Elles sont actuellement déposées, avec les herbiers de Mlle Belèze, dans les archives de l'Académie.

L'œuvre de Mlle Belèze est essentiellement locale, presque exclusivement vouée à la région de Rambouillet; elle se place ainsi fort dignement au premier rang de ces botanistes régionaux, jadis si nombreux et d'un si précieux concours, aujourd'hui de plus en plus rares. Il y a donc lieu d'insister sur l'exemple donné par Mlle Belèze, comme aussi de récompenser son dévouement à la Science.

Votre Rapporteur vous propose donc de décerner à Mlle **Belèze** une mention honorable sur les fonds du legs Desmazières.

Les conclusions de ces Rapports sont adoptées par l'Académie.

PRIX MONTAGNE.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Bornet, Guignard, Bonnier, Zeiller; Prillieux, rapporteur.)

Études de M. Ernest Pinoy *sur les Myxomycètes.*

M. **Ernest Pinoy** a poursuivi depuis 1902 des observations d'un très grand intérêt sur les Myxomycètes.

Il est facile de conserver au laboratoire des cultures de Myxomycètes en y transportant les fragments de bois ou de feuilles qui les portent et d'en étudier le développement en ensemençant leurs spores sur des carottes ou du bois pourri, comme l'ont fait Cienkowsky et de Bary; mais toujours dans ces conditions on obtient des cultures très impures où pullulent les Bactéries, les Flagellaires et les Amibes animales.

M. Pinoy a cherché à obtenir des cultures pures de Myxomycètes en suivant la technique rigoureusement établie par Pasteur et ses élèves; il n'y est pas parvenu. Il a constaté que les spores absolument pures ensemencées sur des tubes de gélose ne se développent pas et restent stériles; seules, celles qui se trouvent auprès de colonies de Bactéries forment successivement des Amibes, des plasmodes et des appareils sporifères.

La Bactérie associée au Myxomycète peut être cultivée à l'état pur. Si l'on en ensemence auprès des spores de Myxomycètes qui sont restées stériles on en produit le développement; les myxamibes et les plasmodes apparaissent. On obtient ainsi des cultures mixtes pures, sans mélange d'aucun autre organisme que la Bactérie associée au Myxomycète.

M. Pinoy a constaté ces faits sur diverses espèces d'Acrasiées et de Myxomycètes endosporées dont il a étudié des cultures mixtes pures.

Sur diverses Acrasiées il a reconnu qu'à une même espèce il était possible d'associer diverses espèces de Bactéries et particulièrement des Bactéries chromogènes dont le pigment peut non seulement colorer l'appareil sporifère de l'Acrasiée mais encore déceler la structure intime de la myxamibe. Par l'emploi du pigment des Bactéries il a pu établir que certaines Acrasiées décrites comme espèces distinctes à cause de leur couleur doivent être considérées comme appartenant à une seule espèce associée à des Bactéries chromogènes différentes. En employant des techniques de coloration appropriées, il a pu constater que les myxamibes ingèrent les Bactéries dans leurs vacuoles et les digèrent et il a suivi toutes les phases de cette digestion opérée par une diastase dont il a fait une étude spéciale.

L'étude de diverses Myxomycètes endosporées a confirmé les observations faites sur les Acrasiées.

Dans le cours de ces recherches, M. Pinoy a remarqué à diverses reprises que certains plasmodes obtenus de spores ou de kystes ne fructifient jamais, tandis que d'autres placés exactement dans les mêmes conditions produisent des sporanges. Il s'est demandé si, pour la fructification, il ne serait pas nécessaire qu'il y eût une conjugaison préalable de plasmodes différents, comme il faut chez certaines Mucorinées, d'après les recherches de Blakeslee, que deux thalles différents s'unissent pour la production de l'œuf. Dans un travail récent il a établi qu'en réalité ce dimorphisme sexuel existe chez le *Didymium nigripes*. Il y a des myxamibes de signe contraire donnant naissance par leur fusion à un plasmode qui fructifie. La fusion des myxamibes d'un seul signe produit des plasmodes, blancs ou noirs, incapables de fructifier et donnant seulement des sclérotes.

M. Pinoy poursuit, sur d'autres Myxomycètes qu'il a en culture, ces très intéressantes recherches.

La Section de Botanique propose à l'Académie d'attribuer le prix Montagne à M. Ernest Pinoy pour ses études sur les Myxomycètes.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX DE COINCY.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Bornet, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Perrier, Chatin, Giard; Guignard, rapporteur.)

On connaît aujourd'hui plus de 300 espèces de Diptérocarpées, vivant presque toutes dans l'Asie tropicale et principalement dans les îles de la Sonde, et il est probable que les régions peu explorées du Siam, de Bornéo et des Philippines en possèdent un assez grand nombre qui nous sont encore inconnues.

Ce sont généralement de beaux arbres, dont le bois, fort recherché pour les constructions, sécrète un suc balsamique, fournissant des huiles, des vernis, des résines ou même des matières camphrées. A cet égard, l'espèce qui donne le camphre de Bornéo est depuis longtemps célèbre.

Cette propriété est due à la présence de canaux sécréteurs, dont la localisation spéciale constitue, comme M. Van Tieghem l'a montré le premier, l'un des caractères les plus saillants de la famille des Diptérocarpées. Aussi l'attention des anatomistes s'est-elle portée tout d'abord sur le système sécréteur de ces végétaux. Plus tard, quand on a voulu essayer d'établir la distinction des genres ou des espèces, en se fondant sur les caractères de structure, on s'est adressé nécessairement aux divers organes de la plante, et principalement à la feuille, qui fournit très souvent des données intéressantes pour la classification. Mais cette étude est restée assez incomplète jusqu'à ces dernières années, et même, en ce qui concerne les canaux sécréteurs, dont la localisation était assez bien connue, certains points relatifs à leur origine et à leur structure méritaient encore de nouvelles observations.

Après avoir rassemblé de nombreux matériaux, les uns conservés dans l'alcool et provenant des jardins botaniques de Buitenzorg, de Peradenyia et de Saïgon, les autres puisés dans les herbiers d'Europe les mieux pourvus en espèces de Diptérocarpées, M. **Paul Guérin** a étudié plus de 150 espèces, appartenant à tous les genres actuellement connus dans cette famille. Pour les raisons ci-dessus indiquées, ses recherches ont porté principalement sur les canaux sécréteurs et sur la feuille.

Toutes les Diptérocarpées possèdent dans la moelle et dans le bois de la tige des canaux sécréteurs. Suivant les espèces considérées, ils apparaissent de bonne heure ou plus ou moins tardivement dans le corps ligneux, où on

les rencontre en nombre variable, soit disséminés, soit en cercles concentriques. Ce qui les distingue surtout, c'est qu'ils prennent naissance dans le cambium, par simple écartement de quatre files de cellules cambiales primitives, entre lesquelles les cellules voisines viennent ensuite s'intercaler pour concourir à en former la bordure; en outre, ils se fusionnent entre eux de façon à former un véritable réseau sécréteur. Par cette origine et ce mode d'anastomose, ils ressemblent entièrement aux canaux sécréteurs qui avaient été signalés auparavant dans le bois de certaines Légumineuses par l'auteur de ce Rapport.

Dans divers genres de la famille, le parenchyme médullaire et cortical de la tige ainsi que les tissus de la feuille renferment des cellules spéciales à mucilage, souvent très développées. Toutes les espèces qui en possèdent dans la tige en ont aussi dans la feuille, mais l'inverse n'a pas lieu.

Suivant les genres ou les espèces d'un même genre, la feuille peut offrir des caractères bien distincts, soit dans la structure de l'épiderme et la disposition des stomates, pourvus ou non de cellules annexes, soit dans la constitution ou la nature des poils, qui sont tantôt unicellulaires et simplement tecteurs, tantôt pluricellulaires et glanduleux. Ces caractères permettent de différencier très nettement des genres ou des espèces qu'on avait auparavant confondus.

En résumé, par leur étendue et leur précision, ces recherches, accompagnées de nombreuses figures, apportent une importante contribution à la connaissance de la structure des Diptérocarpées. En montrant, une fois de plus, le rôle important ds l'anatomie dans les études de systématique, elles concourent très avantageusement à établir les caractères distinctifs des genres et des espèces de cette intéressante famille.

La Commission propose à l'Académie de décerner le prix de Coincy à M. **Paul Guérin**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. Ranvier, Perrier, Chatin, Giard, Delage, Grandidier, Lannelongue, le prince Roland Bonaparte ; Bouvier, rapporteur.)

La Commission du prix Savigny vous propose, comme lauréat, M. **Pierre Lesne** pour ses travaux sur les Coléoptères et sur la faune de l'Afrique septentrionale.

M. Lesne est un zoologiste de naissance qui tient de son grand'père, M. Joigneaux, et de son père, une passion profonde pour les sciences naturelles. Doué d'un talent d'observateur des plus fins, il a manifesté ses rares aptitudes au cours de fructueux voyages en Algérie, et dans des travaux nombreux effectués au laboratoire. Sa réputation d'entomologiste pénétrant le fait rechercher comme conseil dans les problèmes spéciaux que soulève la biologie des Insectes nuisibles; c'est ainsi qu'il fut appelé l'année dernière en Algérie par la Compagnie fermière des forêts de chênes-lièges de l'Edough pour mettre un frein aux ravages des chenilles de la Zeuzère, et les observations éthologiques recueillies au cours de cette étude ont eu pour conséquence des procédés pratiques qui donnent les meilleurs résultats.

Des exemples récents nous montrent que les travaux zoologiques relatifs à notre colonie algérienne peuvent être récompensés par le prix Savigny. M. Lesne mériterait d'être couronné pour des études analogues, car il a singulièrement augmenté nos connaissances sur la faune entomologique de cette région. Mais il s'est occupé beaucoup aussi des Insectes du nord-ouest de l'Afrique et c'est à ce titre principalement que nous le désignons pour ce prix.

Au cours des longues et patientes recherches qu'il poursuit, depuis plus de douze ans, sur les Coléoptères xylophages, il a spécialement étudié les Bostrychides et les Lyctides du bassin du Nil, de l'Abyssinie et des bords africains de la mer Rouge. Les espèces de ces deux groupes sont plutôt nombreuses dans ces régions; elles étaient ignorées ou insuffisamment connues jusqu'alors, tandis qu'on en possède aujourd'hui, grâce à M. Lesne, tous les

caractères essentiels et qu'elles occupent une place précise dans la classification entomologique. Certaines de ces formes ont été signalées ou décrites dans des Mémoires spéciaux (Bostrychides et Lyctides de la baie de Tadjourah, *Lyctus* de l'Abyssinie et de la région saharienne) et toutes sont minutieusement caractérisées dans l'important et consciencieux Ouvrage que M. Lesne a consacré à la revision des deux groupes.

Là ne se limitent point, d'ailleurs, les travaux de M. Lesne sur la faune entomologique du nord-ouest de l'Afrique. D'autres sont relatifs à des Ténébrionides nouveaux de la région du Harrar, à divers Coléoptères remarquables trouvés dans le pays de Gallas par la mission de Bonchamps et étudiés dans le livre de M. Michel, *Vers Fachoda*, enfin, aux Insectes du même groupe recueillis dans la région du lac Tsana par le regretté J. Duchesne-Fournet. Ces derniers sont étudiés depuis longtemps, et feront l'objet d'un chapitre illustré dans le Volume en préparation qui sera consacré à ce voyage.

Nous ne croyons pas utile d'insister davantage et, pour ces travaux, nous vous proposons de décerner à M. **Pierre Lesne** le prix Savigny.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Ranvier, Perrier, Chatin, Giard, Delage, Grandidier, Lannelongue, le prince Roland Bonaparte; Bouvier, rapporteur.)

La Commission du prix Thore devait choisir cette année pour lauréat un entomologiste; elle vous propose à l'unanimité M. **Jules Bourgeois**, de Sainte-Marie-aux-Mines, auteur de nombreux travaux sur les Coléoptères du groupe des Malacodermes.

Les Coléoptères forment un ordre immense dont l'étendue semble faite pour effrayer l'entomologiste : en dépit de l'intérêt qu'ils présentent au point de vue biologique et malgré la brillante parure d'un grand nombre de leurs espèces, on ne parvient pas à les étudier tous et leurs formes exotiques s'accumulent en nombre, sans travailleurs, dans les cartons de nos musées. M. Bourgeois a tourné la difficulté d'une fort heureuse manière. Puisque les Coléoptères dépassent la somme de travail et de connaissance d'un grand nombre d'hommes réunis, il faut s'appliquer à bien connaître

isolément chacun de leurs groupes, et il a étudié pour sa part celui des Malacodermes qui ne compte point parmi les plus brillants, mais qui attire par ses espèces photogènes et par les caractères primitifs de certains de ses types. Voici pour le moins trente années que M. Bourgeois s'occupe des Malacodermes et l'on peut dire que nul mieux que lui n'en connaît la complète histoire: tous les Musées ont eu recours à sa science du groupe qui est profonde, à son inépuisable obligeance et à son inlassable ardeur au travail; il les a tous favorisés de ses précieuses études, mais c'est au nôtre, à celui de la France, qu'il a donné la plus grande part de son dévouement. Et ce titre justifierait déjà, dans une certaine mesure, l'attribution du prix que nous vous proposons.

Il convient d'ajouter, au surplus, que M. Bourgeois n'a aucun besoin de cette note flatteuse pour mériter d'être votre élu, car certaines de ses études répondent à merveille aux conditions imposées pour le prix Thore. Dans la riche collection de ses travaux, qui s'étend aux Malacodermes de toutes les régions du globe, on trouve en effet un Ouvrage qui rentre absolument dans les conditions du concours, c'est celui consacré par M. Bourgeois aux espèces de la *Faune française*. Cet Ouvrage fut publié en plusieurs fascicules et avec un supplément dans la *Revue d'Entomologie*, il embrasse tous les Malacodermes de notre pays : Lampyrides, Lycides, Téléphorides, Drilides, Dasytides et, depuis son apparition, sert de guide exclusif aux entomologistes qui veulent se familiariser avec les Coléoptères de ces diverses tribus. La faveur dont il jouit est de tous points méritée, car c'est une œuvre originale où M. Bourgeois a largement tiré parti de ses vastes connaissances sur le groupe tout entier. Les monographies locales sont imparfaites toutes les fois qu'elles sont traitées par un zoologiste dont le savoir ne s'élève pas au delà du rayon qu'elles embrassent. M. Bourgeois connaît à fond les Malacodermes du globe et c'est pourquoi son Ouvrage présente les qualités rares et solides qui le font estimer par les entomologistes.

En attribuant le prix Thore à cet Ouvrage, l'Académie des Sciences rendra justice à un travailleur désintéressé qui est digne à tous égards de cette modeste mais enviable récompense.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Chauveau, Perrier, Roux, Labbé.)

I. — Prix.

La Commission décerne les prix à MM. **Frouin**, **Tissot**, **Carré** et **Vallée**.

Rapport sur les travaux de M. A. Frouin, *par M.* **Dastre**.

On doit à M. **Frouin** une série d'*études sur la sécrétion intestinale* qui ont attiré la très vive attention des physiologistes et des médecins. M. Frouin s'est acquis une réputation pour sa grande habileté dans l'exécution des vivisections les plus délicates. Il a réussi les opérations les plus chanceuses et présenté, à diverses reprises, aux Sociétés savantes, des animaux pourvus de fistules intestinales multiples, compliquées d'autres interventions, et parfaitement remis des suites. En particulier, dans ses travaux sur la sécrétion intestinale, il a pratiqué des isolements d'anses intestinales, par la méthode d'abouchement termino-terminal, dont il a montré la supériorité sur l'abouchement latéro-latéral appliqué en chirurgie humaine. Il a, par ces moyens, analysé avec beaucoup de soin les conditions de la sécrétion intestinale et les propriétés du suc naturel et du suc de macération.

En premier lieu, M. Frouin a comparé l'activité sécrétoire des différents segments. Il a vu que l'activité sécrétoire diminuait dans les segments successifs à mesure qu'on s'éloigne du pylore : les différences vont du simple au tiers ou au quart. Les faits sont nets : ils ont été retrouvés chez des animaux à régime aussi diversifié que les chiens et les bovidés.

L'observation des anses isolées montre que le contact de la masse alimentaire avec la muqueuse intestinale n'est pas l'agent exclusif ou principal de l'excitation sécrétoire. Les actions locales retentissent à distance : par exemple, l'introduction d'acide chlorhydrique dans l'estomac est un excitant très efficace; et, à cet égard, les autres acides, l'éther, le chloral, les savons agissent de même, au degré près. D'autre part, les excitations géné-

rales sont également actives : en outre de la sécrétine et d'autres excitants généraux, M. Frouin a étudié le suc intestinal lui-même. Injecté dans les veines ou ingéré par la bouche, le suc intestinal provoque la sécrétion du suc entérique. Cette action ne peut être ramenée à celle de la sécrétine de Bayliss et Starling, car celle-ci provoque l'écoulement des autres sécrétions, biliaire, pancréatique, etc., tandis que le suc intestinal a une action quasi spécifique pour la sécrétion intestinale, seule.

On sait que le suc intestinal d'un animal a une propriété activante pour le suc pancréatique du même animal (activation kinasique). M. Frouin a vu que cette influence s'étend d'un animal à un animal d'autre espèce : le suc intestinal de fistule permanente des bovidés active le suc pancréatique du chien; il a un pouvoir kinasique égal à celui du suc intestinal de ce même animal.

Dans une autre partie de son étude M. A. Frouin a recherché l'influence de la diversité des régimes sur les qualités du suc intestinal. Il n'a pas constaté de variations de cet ordre. Il nie donc l'adaptation de la sécrétion intestinale aux divers régimes alimentaires.

M. Frouin a étudié les diastases du suc intestinal. Il a constaté que le suc de sécrétion ne renferme que de la kinase, de l'amylase et de la maltase. Il n'agit ni sur le saccharose, ni sur le lactose, ni sur le tréhalose. Au contraire, le suc de macération intervertit, comme on sait, le saccharose; il agit sur le lactose et sur le tréhalose. A quoi est due cette suractivation du suc intestinal par lui-même inactif? La bile, comme l'a vu M. Frouin, peut, à la vérité, activer le suc intestinal, partiellement; le mélange bile-suc intestinal hydrolyse partiellement (10 pour 100) le sucre de lait.

Mais ce n'est là qu'un incident épisodique. C'est, en somme, aux produits de macération ou de destruction des cellules du revêtement épithélial, et non à lui-même, que le suc intestinal doit quelques-unes des propriétés diastasiques qui constituent ses facultés digestives. Le fait, il faut le dire, avait été établi déjà en ce qui concerne la diastase qui hydrolyse le sucre de lait, ou lactase. M. Frouin a étendu cette notion aux autres diastases, sucrase, tréhalase. Enfin, M. Frouin a fourni une généralisation de même ordre, lorsqu'il a montré que le suc de macération, dialysé contre l'eau, perd son activité et qu'on la lui restitue par l'addition des sels.

En résumé, M. **Frouin** a apporté à la physiologie du suc intestinal une contribution importante. Il a enrichi nos connaissances sur ce sujet, et l'Académie reconnaît les mérites de ce travail en lui accordant un des prix de Médecine et de Chirurgie.

Rapport de M. **Chauveau.**

Le travail qui a mérité à M. **Tissot** l'un des prix de Médecine et de Chirurgie a pour titre :

Étude expérimentale de l'anesthésie chloroformique. Recherche des causes des accidents provoqués par le chloroforme et des moyens de les éviter.

L'étude de M. Tissot est un très bon travail, qui introduit un progrès notable dans la technique de l'anesthésie chloroformique, en apportant des déterminations scientifiques nouvelles, aussi importantes que nombreuses.

Ces déterminations scientifiques composent une étude d'ensemble dans laquelle M. Tissot détermine :

1° Les lois de la pénétration du chloroforme fourni au poumon, de l'air inspiré dans le sang des veines pulmonaires, c'est-à-dire le sang artériel;

2° Les lois de la diffusion du chloroforme, du sang artériel dans le sang veineux et dans les tissus;

3° Les lois de la diffusion rétrograde, c'est-à-dire des tissus dans le sang veineux et du sang veineux dans l'air des vésicules pulmonaires, au moment où cesse l'aspiration de l'air chargé des vapeurs de chloroforme.

Ces deux derniers Chapitres sont à peu près absolument originaux. Le nombre des faits nouveaux que M. Tissot y met en évidence est considérable. Mais ce n'est pas sur ces faits que je désire appeler surtout l'attention, quoiqu'il y en ait de tout premier ordre : comme ceux qui se rapportent à la comparaison de la teneur des deux sangs en chloroforme, aux diverses phases de l'anesthésie; comme ceux encore qui concernent la distribution du chloroforme dans les divers tissus ou organes du sujet anesthésié.

C'est le premier Chapitre que je veux seulement retenir, parce que c'est le plus fécond en applications pratiques.

Il traite des lois de la pénétration du chloroforme dans l'organisme pendant l'anesthésie. Le principe de ces lois avait été établi par P. Bert. D'après ses déterminations, cette pénétration s'effectue proportionnellement à la tension des vapeurs chloroformiques répandues dans l'air inspiré. Théoriquement, rien ne paraît plus légitime. Aussi a-t-on aussitôt adopté les indications données par P. Bert, à savoir que les mélanges aériens contenant moins de 7^g à 8^g de chloroforme pour 100^l d'air ne sont pas anesthésiques, tandis que les mélanges qui en contiennent plus de 12^g pour 100^l peuvent provoquer des accidents ou la mort; les mélanges titrés de 8^g à 12^g pour 100 constituent la zone maniable ou non dangereuse.

Mais la formule de P. Bert était incomplète. Ce n'est pas dans l'air *préparé* pour l'inhalation chloroformique que la tension de vapeur de l'anesthésique doit être considérée; *c'est dans la partie de cet air qui a pénétré et qui se renouvelle à l'intérieur même des vésicules pulmonaires,* près de la paroi au travers de laquelle s'effectuent entre l'air et le sang les échanges de gaz et de vapeur.

Si la respiration du sujet est très peu active, de l'air saturé de vapeur de chloroforme à une tension supérieure à 12^g pour 100^l pourra être inoffensif.

Si, au contraire, la respiration est extrêmement active, comme dans le cas de polypnée, l'air insuffisamment saturé pour endormir le sujet à respiration normale, non seulement anesthésiera le patient, mais pourra même produire l'intoxication chloroformique mortelle.

Ce sont là des faits absolument prouvés dans les expériences de M. Tissot. Ils démontrent, d'une manière extrêmement brillante, la nécessité de rectifier la conception de P. Bert sur les lois de la pénétration du chloroforme dans le sang veineux pulmonaire. La tension de la vapeur de chloroforme considérée en soi dans le mélange importe peu à l'appréciation de la toxicité de ce mélange, c'est-à-dire de son aptitude à accumuler dans le sang des doses dangereuses de chloroforme. Là où il convient d'envisager cette tension, *id est*, dans les vésicules pulmonaires, la tension de la vapeur chloroformique est surtout réglée par la rapidité de la ventilation pulmonaire. Une ventilation lente fait baisser rapidement cette tension, parce qu'elle laisse au sang rouge le temps de prendre beaucoup de chloroforme à l'air des vésicules. Une ventilation très rapide ne permet qu'une baisse de pression extrêmement lente, parce que le renouvellement de l'air dans les vésicules y remplace incessamment le chloroforme pris par le sang.

Combien d'accidents d'anesthésie chloroformique ont été provoqués par cette méconnaissance de l'influence de la ventilation pulmonaire!

On ne songeait à se défier que de la syncope respiratoire. Maintenant, il faut surtout se défier de la polypnée.

Et ce précieux précepte pratique n'est pas le seul à découler des déterminations originales de M. **J. Tissot**, mais il suffit à lui mériter nos suffrages.

L'anémie pernicieuse du cheval (typho-anémie infectieuse),
par MM. Carré *et* Vallée. *Rapport de M.* **E. Roux.**

Le travail présenté par MM. **Carré** et **Vallée** intéresse au plus haut point notre Agriculture: il traite d'une maladie du cheval très répandue, surtout

dans nos départements de l'Est et qui fait parfois disparaître tout l'effectif d'une écurie. Sous sa forme aiguë, elle est souvent confondue avec la fièvre typhoïde. Elle est contagieuse et d'autant plus dangereuse que, dans les formes chroniques, il existe des périodes où l'animal atteint, tout en présentant l'apparence de la santé, est capable de transmettre le mal.

MM. Carré et Vallée ont montré que la maladie est inoculable, que le virus se trouve dans le sang, qu'il passe dans les urines et les excréments et qu'il se conserve dans le purin. Comme la transmission de la maladie a lieu aussi par ingestion, on comprend comment elle se répand dans les étables, par la nourriture souillée et les eaux contaminées des mares.

Le virus de cette affection est invisible au microscope et passe à travers les filtres de porcelaine, même à pâte serrée. MM. Carré et Vallée n'ont encore pu réussir à le cultiver, mais ils nous ont fait connaître quelques-unes de ses propriétés : sa résistance à la chaleur, à la dessiccation, à la putréfaction, etc. Ils décrivent aussi les lésions de la typho-anémie du cheval, mal connue avant eux.

De l'étude de MM. Vallée et Carré il ressort un certain nombre de mesures à prendre pour s'opposer à la propagation de cette affection. Parmi elles je signalerai la recherche systématique de l'albumine dans l'urine des animaux. Sa présence permet en effet de soupçonner l'existence de l'anémie chronique chez des chevaux qui présentent toutes les apparences de la santé.

Dans ce travail, MM. **Carré** et **Vallée** se sont montrés à la fois bons cliniciens et excellents expérimentateurs, et ce qu'ils ont déjà fait donne l'espoir qu'ils mèneront à bien la difficile étude qu'ils ont entreprise.

II. — Mentions.

La Commission accorde des mentions à MM. **Rennes**, **Chevassu**, **Joly**.

Rapport de M. **Laveran.**

La Commission décerne une mention à M. **J. Rennes** pour ses *Recherches sur une maladie à trypanosomes des Équidés de l'Afrique du Nord*.

M. Rennes, vétérinaire militaire, a fait connaître une trypanosomiase des chevaux qu'il a observée dans l'Extrême-Sud oranais et qu'il a décrite sous le nom de *Mal de la Zousfana*. M. Rennes a fait de cette épizootie une étude très complète en Algérie d'abord, puis à l'École d'Alfort.

Le Mal de la Zousfana paraît identique au *Debab* observé sur les Dromadaires du sud de l'Algérie, et l'agent pathogène est vraisemblablement le *Trypanosoma soudanense* Laveran qui a été trouvé postérieurement chez des animaux infectés de trypanosomiase dans le Haut-Niger.

Les recherches de M. **Rennes** présentent un grand intérêt au point de vue pratique, comme au point de vue théorique.

Tumeurs du testicule, par le Dr M. Chevassu, prosecteur à la Faculté de Médecine de Paris. M. **Guyon**, rapporteur.

L'auteur a étudié 128 tumeurs du testicule qui toutes ont été examinées histologiquement par lui-même. Aucun travail d'ensemble basé sur des examens anatomo-pathologiques comparables n'avait encore été fait à l'égard de cette importante catégorie de tumeurs, restée, jusqu'à présent, relativement obscure. Il importait qu'un même observateur pût étudier dans tous leurs détails un nombre de néoplasmes tel que ses conclusions puissent avoir une portée générale.

Ces tumeurs peuvent être classées en deux groupes :

1° Tumeurs développées aux dépens des éléments normaux du testicule;

2° Tumeurs développées aux dépens d'éléments étrangers au testicule, mais inclus dans l'organe.

Les tumeurs du *premier groupe* comprennent :

a. L'épithélioma séminal, ou séminome, développé aux dépens des cellules de l'épithélium des tubes séminipares;

b. Les tumeurs des cellules interstitielles;

c. Les adénomes testiculaires;

d. Les fibromes et les sarcomes du testicule.

Les tumeurs du *deuxième groupe* rentrent toutes dans la catégorie des embryomes du testicule.

Parmi les tumeurs du premier groupe il est une variété fréquente, l'épithéliome séminal autrefois décrit comme sarcome testiculaire. Toutes les autres variétés sont exceptionnelles; les formes *tumeur des cellules interstitielles* et *adénomes testiculaires* n'avaient pas encore été décrites.

Les embryomes du deuxième groupe présentent des aspects très divers; ils comprennent, macroscopiquement, toutes les tumeurs dans lesquelles on rencontre des kystes et se divisent en :

Tératomes,

Embryomes proprement dits et tumeurs mixtes,

Embryomes simplifiés,

Embryomes dégénérés.

Ces tumeurs ne se peuvent guère expliquer, dans le testicule, que par des théories assez complexes réunies sous le nom de *théorie blastomérique;* l'auteur l'expose dans ses détails.

En définitive, les embryomes sont des inclusions intra-testiculaires d'embryons plus ou moins malformés.

Dans les *tératomes*, l'embryon *et ses divers organes* sont relativement reconnaissables.

Dans les tumeurs mixtes, on ne retrouve plus les organes de l'embryon, mais seulement les *tissus embryonnaires*, plus ou moins différenciés.

Si l'un de ces tissus est développé au détriment des autres, l'embryome est *simplifié*. Ainsi s'expliquent les tumeurs désignées jadis sous les noms de *maladie kystique*, *chondrome*, *mixome*, etc., du testicule.

Si l'un de ces tissus *dégénère* et *fait du cancer*, l'embryome est dégénéré. L'auteur insiste sur la dégénérescence des éléments placentaires de l'embryome; elle forme des *placentomes intra-testiculaires*, tumeurs particulièrement malignes.

La création de cette classe des embryomes dégénérés permet d'interpréter bon nombre de tumeurs du testicule qui paraissaient jusqu'alors à peu près inexplicables.

Nous n'insisterons pas sur la partie clinique de cette étude, malgré son intérêt; on y trouve de judicieuses considérations sur les symptômes et le diagnostic des tumeurs du testicule, en général, et de leurs variétés, ainsi que sur leur fréquence relative par rapport à l'âge des sujets. Les épithéliomes séminaux (59) et les embryomes (62) se rencontrent en nombre à peu près égal. Le maximum de fréquence par rapport à l'âge est de 20 à 30 ans pour l'embryome et de 30 à 40 pour le séminome. Ce sont les espèces les plus fréquentes et les plus malignes; l'âge moyen de la vie est donc le plus exposé.

L'examen très documenté des résultats de la castration dans les 128 cas analysés dans le travail de M. Chevassu démontre l'impuissance actuelle de l'intervention chirurgicale. Les opérés qui portaient des embryomes, autres que ceux de la forme bénigne (tératome), sont tous, ou à peu près, morts et très rapidement. Parmi ceux qui présentaient des séminomes, un certain nombre sont encore vivants, mais trois ou quatre seulement peuvent être considérés comme à peu près définitivement guéris.

L'étude très laborieuse et savante de M. le Dr **M. Chevassu** méritait de retenir l'attention de la Commission des prix Montyon de Médecine et de Chirurgie; elle propose à l'Académie d'attribuer à leur auteur, à titre d'encouragement, une des trois mentions dont elle dispose.

M. **J. Jolly** est l'auteur d'une série de *recherches sur la formation des globules rouges des Mammifères*. C'est un problème qui est à l'étude depuis un demi-siècle et pour lequel on a fourni les solutions les plus diverses. Tantôt le globule rouge a été assimilé à une portion de cellule, à un fragment de cytoplasme ou à un noyau; tantôt à des particules d'origine indéterminée susceptibles cependant d'accroissement; tantôt enfin à des cellules véritables, complètes à l'origine, puis ultérieurement réduites.

C'est à cette dernière conception que se rallie M. Jolly, après avoir montré, par une critique pénétrante, le mal fondé des autres conceptions et leur désaccord avec l'observation. Le globule rouge des Mammifères est une vieille cellule qui a perdu son noyau dégénéré, qui a expulsé les résidus chromatiques et se trouve réduite à un cytoplasme enveloppé d'une coque hémoglobique.

Cette conclusion s'appuie sur des faits nouveaux observés avec soin. C'est d'abord l'existence, au cours du développement embryonnaire, de deux générations distinctes d'hématies : les grosses *hématies primordiales* dont certaines seulement fourniront quelques globules rouges définitifs (gros globules), et les *hématies secondaires*, nucléées, qui seront les cellules mères de la grande masse des globules rouges définitifs. Les hématies primordiales sont des éléments précoces, à multiplication active, à existence éphémère, n'intervenant que pour une part infime dans la constitution du sang définitif. Les hématies de seconde génération, plus tardives, plus petites, ont, au contraire, une part principale. D'abord nucléées, leur noyau se modifie : il devient un petit globule dont la chromatine se réfugie à la périphérie, tandis que le centre est occupé par une substance colorable par les couleurs acides, puis il est expulsé de la cellule en un ou plusieurs temps.

Dans la moelle osseuse des jeunes chevreaux et des embryons de mouton on retrouve ces noyaux expulsés, qui sont phagocytés ensuite par les cellules médullaires.

Un troisième fait est la mise en évidence, dans les globules définitifs des embryons et des jeunes, de restes de noyaux, appartenant à une phase avancée de la destruction nucléaire et ayant échappé à l'expulsion. Quand

ces restes sont trop volumineux et que l'expulsion n'a pu se faire, ces globules se détruisent.

Le globule rouge des Mammifères se trouve, grâce à ces études de M. J. Jolly, ramené définitivement au type cellulaire. La multiplication cellulaire et la différenciation cellulaire sont à la base de la formation de tout globule rouge. Ces résultats, soigneusement acquis, ont une importance qui légitime la récompense que l'Académie accorde aux travaux de M. **Jolly**.

III. — Citations

La Commission attribue des citations à :

M. **Georges Rosenthal**, pour son Ouvrage intitulé : *L'aérobisation des microbes.*

M. **Adrien Lippmann**, pour son Ouvrage intitulé : *Le microbisme biliaire normal et pathologique.*

M. **Souries**, pour son Ouvrage intitulé : *Physiologie de l'aéronaute.*

Les conclusions de ces Rapports sont adoptées par l'Académie.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Chauveau, Perrier, Roux, Giard, Labbé; Dastre, rapporteur.)

La Commission académique propose, pour le prix Barbier, MM. **Piettre** et **Vila**.

MM. Piettre et Vila ont poursuivi, depuis 3 ans, une série de recherches sur le sang des mammifères et des oiseaux, et spécialement sur la matière colorante de ce sang, l'oxyhémoglobine, sur son dérivé l'hématine et enfin sur le stroma globulaire.

MM. Piettre et Vila ont préparé l'oxyhémoglobine du sang de divers animaux. Ils ont vu qu'examinées au spectroscope, sous une épaisseur suffisante (20^{cm}), les solutions de cette matière colorante présentent, en dehors des deux bandes d'absorption dans le vert, bien connues de tous les expérimentateurs, une troisième bande dans la partie rouge du spectre, de longueur d'onde $\lambda = 634$. Les auteurs donnent les raisons qui les obligent à admettre que cette bande appartient bien à l'oxyhémoglobine. Elle se

montre dans des conditions de dilution très variées (de 1 à 240 de sang pour la même quantité d'eau).

Cette bande s'observe avec l'oxyhémoglobine cristallisée et avec le sang laqué : elle ne se montre point dans le sang non hémolysé, examiné en liqueur isotonique. Il y a donc, au point de vue spectral, une différence importante entre le sang qui a conservé son intégrité globulaire et le sang laqué.

La bande $\lambda = 634$ subit des déplacements dans le spectre, sous l'influence de certains composés chimiques. Les fluorures solubles, l'acide fluorhydrique très étendu, déterminent une migration spectrale de cette bande de $\lambda = 634$ à $\lambda = 612$, avec une sensibilité telle que ce phénomène peut servir de réactif du fluor et de caractéristique médico-légale du sang.

Les alcalis faibles suppriment cette bande : les acides la font reparaître.

MM. Piettre et Vila ont préparé l'oxyhémoglobine en grandes quantités, au moyen de procédés à rendement continu. Ils ont opéré sur le sang de cheval. Ils obtiennent 65^g d'oxyhémoglobine sèche par litre de sang. Ils ont eu jusqu'à 10^{kg} de cette oxyhémoglobine cristallisée, caractérisée par sa teneur en fer $0^g,37$ pour 100.

Enfin, l'étude de l'absorption de l'oxygène, faite dans des conditions diverses, a révélé quelques faits intéressants. L'oxyhémoglobine en solution fixe, à basse température, un volume de $1^{cm^3},48$ en moyenne par gramme de matière sèche : au contraire, employée en cristaux frais, sous une pression d'une atmosphère d'oxygène, elle ne fixe que $0^{cm^3},93$ et, dans l'atmosphère ordinaire, seulement $0^{cm^3},82$. Il y a là, dans cette diversité de conditions, de quoi expliquer bien des contradictions entre les résultats fournis par les divers auteurs au point de vue des teneurs en oxygène.

Un dernier résultat fort intéressant est celui-ci : si on lui enlève l'oxygène par séjour prolongé dans le vide à la température de 45°, l'oxyhémoglobine se réduit à l'état d'hémoglobine sans perdre ses bandes α, β et λ. Le phénomène de Stokes, de la réduction des deux bandes principales à une seule, n'est donc pas caractéristique de la simple réduction : il est l'effet d'un changement plus brutal.

MM. Piettre et Vila ont étudié aussi les propriétés physiologiques de l'oxyhémoglobine. Injectée sous la peau d'un lapin ou dans son péritoine, l'absorption en est rapide, complète. Le sérum de l'animal injecté (si la quantité injectée dépasse 14^g à l'état sec) est hémolytique et agglutinant pour le sang de l'animal qui a fourni l'oxyhémoglobine (cheval).

MM. Piettre et Vila ont préparé l'hématine cristallisée de bœuf, chien,

cobaye, poulet, pigeon, etc., en traitant l'oxyhémoglobine cristallisée par la solution à 3 pour 100 d'acide formique glacial dans l'alcool méthylique. L'hématine ainsi obtenue est plus pure que celle de Nencki et Sieber : elle ne contient point de soufre. Les auteurs ont montré, par le procédé de saponification ménagée, que la molécule présente à côté d'un noyau azoté (noyau pyrrolique) une chaîne grasse importante.

Un perfectionnement a été apporté par les auteurs à la méthode de préparation du stroma des globules qu'ils ont obtenu plus complet, moins épuisé de ses sels que dans les autres procédés. De même ils réalisent la séparation des noyaux des hématies nucléées, avec conservation de leurs caractères, de leur forme, de leurs réactions histochimiques : c'est dans la substance des noyaux que se localise la plus grande partie de la silice des stroma.

Le travail de MM. **Piettre** et **Vila** fait connaître, comme on le voit, un certain nombre de faits nouveaux et importants. Il réforme des notions mal fondées et cependant acceptées assez généralement. Il constitue une contribution essentielle à l'étude des pigments sanguins et il mérite la distinction que l'Académie a voulu lui accorder en lui décernant le prix Barbier.

Les conclusions de ce rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Chauveau, Perrier, Labbé; Roux, rapporteur.)

La Commission partage le prix Bréant (arrérages) entre M. **Vincent** et M. **Remlinger**.

Rapport de M. **Roux**.

M. le D[r] **Vincent**, professeur au Val-de-Grâce, a envoyé, pour le concours du prix Bréant, l'ensemble de ses travaux sur le tétanos.

Depuis l'année 1890, M. Vincent s'est attaché à l'étude du tétanos. Il a été le collaborateur de M. Vaillard dans les recherches qui ont élucidé l'étiologie du tétanos chirurgical et qui sont devenues classiques. Ces deux savants nous ont appris que les spores tétaniques, dépourvues de toxine, ne donnent pas la maladie quand on les inocule, parce qu'elles sont bientôt

englobées par les phagocytes. Mais toutes les circonstances qui empêchent l'activité des phagocytes de s'exercer déterminent l'apparition des contractures caractéristiques. Telles sont notamment les associations microbiennes et la présence de corps étrangers dans les plaies. M. Vincent a ajouté à cet intéressant chapitre de l'étiologie du tétanos chirurgical des faits personnels et nouveaux qui nous expliquent nombre d'observations de tétanos médical spontané chez l'homme, observations qui jusqu'ici étaient restées fort obscures. L'auteur démontre qu'il suffit d'élever ou d'abaisser la température d'un cobaye pour que les spores tétaniques, restées jusque-là inoffensives dans son corps, germent et donnent lieu, suivant les circonstances, à un tétanos local, à un tétanos splanchnique avec septicémie tétanique. En étudiant le curieux phénomène qu'il désigne sous le nom de *phénomène d'appel*, M. Vincent établit que les spores tétaniques inoculées en un point du corps des cobayes viennent germer dans le tissu sous-cutané à l'endroit où l'on injecte ensuite soit une solution d'un sel neutre de quinine ou même une solution de NaCl à $\frac{1}{10}$. L'intérêt de ces faits est de nous faire comprendre pourquoi dans certains pays le tétanos s'observe à la suite d'injections sous-cutanées médicamenteuses. A ces ingénieux travaux M. Vincent en a joint d'autres sur la culture du bacille tétanique, sur le sort de la toxine tétanique dans le tube digestif, sur l'action des mélanges de toxine et de sérum antitétanique.

L'œuvre de M. **Vincent** est des plus remarquables, aussi votre Commission lui décerne-t-elle un prix Bréant sur les arrérages de cette fondation.

Rapport de M. **Roux**.

Les découvertes de Pasteur et de ses élèves ont été le point de départ d'innombrables expériences sur la rage. M. le Dr **Remlinger**, qui dirige l'Institut antirabique de Constantinople, est un des expérimentateurs qui ont le plus heureusement travaillé sur le sujet. Quelques-uns des faits qu'il a trouvés ont une importance considérable. Je rappellerai, par exemple, qu'il a démontré le premier l'extrême petitesse du virus rabique en faisant voir qu'il peut passer à travers les parois de filtres qui arrêtent les microbes ordinaires. Depuis cette découverte M. Remlinger a accompli toute une série de recherches qu'il soumet au jugement de l'Académie. Celles sur la guérison spontanée de la rage expérimentale, sur l'inoculation du virus fixe du lapin au chien, sur l'absorption du virus rabique par la peau, sur les phénomènes

paralytiques au cours du traitement, etc., augmentent nos connaissances sur la maladie rabique.

En accordant à M. le Dr **Remlinger** un prix Bréant pour 1908, votre Commission a voulu reconnaître le profit que la Science a tiré de son labeur persévérant.

Les conclusions de ces Rapports sont adoptées par l'Académie.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Bouchard, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Chauveau, Perrier, Labbé; Guyon, Roux, rapporteurs.)

Le prix est décerné à MM. **Lamy** et **Mayer**.
Une mention honorable est accordée à M. **Chiray**.

Études sur le mécanisme de la sécrétion urinaire, par MM. Henri Lamy et André Mayer; M. **Guyon**, rapporteur.

Depuis 1902, les auteurs, dans une série de travaux publiés dans les *Comptes rendus de la Société de Biologie* et dans le *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, ont étudié méthodiquement le mécanisme de la sécrétion urinaire, expérimentant sur le chien et provoquant la diurèse au moyen d'injections intraveineuses de sucres et de cristalloïdes divers.

Dans une première série de recherches, MM. **H. Lamy** et **A. Mayer** montrent que la diurèse n'est point rigoureusement soumise aux *conditions mécaniques* de la circulation sanguine à travers le rein : pression artérielle, vaso-dilatation, vitesse de circulation du sang, etc.

Les auteurs se sont efforcés ensuite de prouver que le rein accomplissait un véritable *travail de sécrétion* au sens propre du mot : assertion bien souvent émise, mais qui n'avait pas encore été établie avec rigueur.

Leur démonstration repose sur le dosage comparatif des éléments du sang et de l'urine aux différentes phases de l'élimination d'un cristalloïde (sucre par exemple) introduit dans le sang par injection intra-veineuse.

Elle aboutit à cette conclusion que le rein n'exécute pas simplement un travail passif (filtration mécanique), que la composition de l'urine n'est pas étroitement tributaire de celle du sang, mais qu'il y a véritablement sélection de la part de la cellule rénale à l'égard des substances qu'elle puise

dans le sang pour les éliminer : tantôt sélection positive, tantôt sélection négative.

Le rein fonctionne comme une *glande;* et il n'y a aucune nécessité à introduire ici l'hypothèse compliquée de la résorption canaliculaire. Les auteurs montrent le défaut de cette théorie, suggérée évidemment par la structure du tube urinifère et la nécessité de rendre compte des fonctions de chacune de ses parties. Ils montrent d'ailleurs l'insuffisance de toutes les théories qui prétendent faire intervenir dans la fonction rénale des mécanismes *simples* (filtration, osmose, diffusion, etc.).

L'appareil *glomérulaire* reste sans emploi, les auteurs n'admettant point que le glomérule soit un organe filtrant. MM. Lamy et Mayer proposent l'hypothèse suivante : « Le glomérule n'aurait qu'une fonction mécanique. » Il jouerait le rôle d'un véritable piston propulseur placé au fond du tube rénal et destiné à favoriser la progression de l'urine.

La pression due à la capillarité est énorme dans les tubes rénaux, étant donnée leur longueur; d'autre part, l'urine doit être expulsée rapidement. D'où la nécessité d'un appareil auxiliaire.

Les auteurs ont pratiqué des circulations artificielles à travers le rein, comparativement avec une pression continue et avec une pression oscillante rythmée imitant la pression artérielle sur le vivant. Ils ont constaté que le liquide expulsé par l'uretère était proportionnellement beaucoup plus considérable dans le deuxième cas que dans le premier.

L'étude *histologique* des reins fixés en pleine sécrétion a fourni aux auteurs des données intéressantes confirmant leur manière de comprendre la sécrétion rénale. Ils ont constaté :

1° L'aspect immuable des glomérules;

2° La vacuolisation des cellules de Heidenhain, comme on l'observe dans les cellules glandulaires fixées en pleine activité sécrétoire;

3° L'aplatissement de ces mêmes cellules avec élargissement de la lumière des tubuli (phénomène déjà signalé par les histologistes);

4° L'élargissement des espaces conjonctifs intertubulaires qui, à l'état de repos, sont virtuels.

Cet aspect rappelle celui des glandes surprises en pleine activité sécrétoire. Il est à penser que la cellule rénale puise ses éléments de l'urine dans le liquide exsudé dans les espaces intertubulaires, et que ceux-ci servent d'intermédiaires aux capillaires sanguins et aux tubes sécréteurs de l'urine.

Les recherches de MM. **H. Lamy** et **A. Mayer** sur le mécanisme de la sécrétion urinaire apportent, à l'un des plus délicats problèmes de la Physio-

logie, d'importantes contributions. La Commission du prix Godard a, malgré quelques réserves, unanimement reconnu leur valeur et propose à l'Académie d'attribuer cette récompense à leurs auteurs.

Des effets produits sur l'organisme par l'introduction de quelques albumines hétérogènes, par M. Chiray. Rapport de M. **Roux**.

Les expériences de l'auteur ont surtout porté sur l'ovalbumine; après bien d'autres il constate que de faibles doses d'albumine introduites dans le sang ou sous la peau déterminent de l'albuminurie. L'albumine de l'urine est en partie l'ovalbumine injectée, puisqu'elle précipite par un sérum spécifique.

Dans la partie originale de son travail, l'auteur montre qu'à la suite de l'injection rectale de l'ovalbumine chez l'homme et chez les animaux il en passe dans l'urine; le gros intestin peut donc être perméable aux matières albuminoïdes. Si chez l'homme on ne trouve pas dans l'urine l'albumine des aliments cela tient à ce que celle-ci est modifiée par les sucs digestifs. La preuve en est que l'ovalbumine additionnée d'une quantité suffisante de trypsine et injectée dans le rectum ne se retrouve pas dans l'urine. Il en est de même de la caséine. L'auteur pense que certaines albuminuries sont dues à ce que les sucs digestifs ne transforment pas toute l'albumine ingérée. Ces albuminuries sont guéries par l'usage des ferments digestifs. C'est surtout chez les personnes dont les reins ne sont pas exempts de tare qu'on voit l'ovalbumine passer dans l'urine après l'injection dans le rectum. L'auteur déduit de ce fait une méthode d'examen de l'intégrité des reins.

Les conclusions de ces Rapports sont adoptées par l'Académie.

PRIX DU BARON LARREY.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Laveran, Dastre, Chauveau, Perrier, Labbé; Lannelongue, rapporteur.)

Au nom de la Commission chargée d'examiner les Mémoires envoyés pour le prix Larrey, j'ai l'honneur de demander à l'Académie que ce prix soit accordé à M. le Dr **Bonnette**, médecin-major, auteur d'un travail intitulé : *Dangers des tirs à blanc, effets dynamiques et vulnérants des cartouches à fausse balle.*

Ce travail contient l'exposé d'une étude expérimentale très complète des effets des fausses balles et aboutit à des conclusions très utiles pour éviter les blessures parfois mortelles des militaires en temps de paix.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX BELLION.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Perrier, Roux, Labbé; A. Chauveau, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Basset** pour son travail sur l'*Anatomie pathologique de l'ostéomalacie spontanée et expérimentale*.

On trouve dans ce travail une bonne étude comparative des lésions de l'ostéomalacie chez le cheval, le porc, la chèvre, le lapin, le renard. Les excellentes préparations d'après lesquelles cette étude a été faite ont pu être mises en regard de celles qui ont été fournies par l'espèce humaine, confirmer et compléter les notions et les déductions qu'on en avait tirées.

Il en est résulté une utile contribution apportée par l'Anatomie pathologique comparée à l'identification de l'origine et de la nature des lésions de l'ostéomalacie, de la dysplasie périostale, du rachitisme et de l'acondroplasie.

Une mention honorable est accordée à M. **J. Alquier**, pour son Ouvrage intitulé : *Les aliments de l'homme*.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX MÈGE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Laveran, Dastre, Chauveau, Perrier, Roux, Labbé.)

Le prix Mège n'est pas décerné.

PRIX SERRES.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Chauveau, Roux, Giard, Labbé; Perrier, rapporteur.)

La Commission propose d'accorder le prix à M. **Albert Brachet**, professeur d'Anatomie et d'Embryologie à l'Université de Bruxelles. Elle avait désigné comme rapporteur M. Giard, et c'est par suite de la mort de notre regretté Confrère que l'Académie m'a récemment chargé d'exposer les titres du lauréat au prix qui lui est décerné. Elle voudra bien m'excuser si mon travail n'est pas aussi fouillé que j'aurais désiré.

La Commission propose d'attribuer le prix Serres à M. Brachet, non pas en récompense d'un travail déterminé, mais pour reconnaître un long labeur consacré à l'étude de questions très difficiles, très obscures et très importantes, bien qu'elles ne soient pas de celles qui excitent l'attention générale parce que leur importance peut être facilement comprise de tous.

D'autre part, M. Brachet s'est exclusivement attaché à l'étude de l'embryogénie des Vertébrés, où, si l'observation des faits est souvent difficile, leur interprétation, faute d'une méthode générale de groupement uniformément admise par les embryogénistes, provoque presque toujours d'interminables et stériles discussions qui masquent la valeur des résultats acquis. Le désaccord est encore accru parce que les embryogénistes, tout en reconnaissant presque unanimement certains principes coordinateurs, ne se croient nullement tenus à en faire une épreuve méthodique, changent arbitrairement de criterium dans la détermination des homologies des organes et renversent même parfois sans scrupule le mode de sériation des phénomènes. Ils admettent implicitement, par exemple, que le thème initial des phénomènes embryogéniques est une répétition abrégée des formes qui se sont succédé généalogiquement; cette succession généalogique ne peut être déterminée que par l'étude des formes adultes : elle a donc pour base l'Anatomie comparée, qui doit indiquer à l'embryogénie l'ordre dans lequel elle doit instituer ses études. Une fois connu l'ordre de succession des êtres, les embryons des formes supérieures doivent évoluer de manière à rappeler cet ordre. Ils ne le font que d'une manière très imparfaite, et dès lors on ne se préoccupe que modérément du thème initial. Ce thème doit être admis cependant, mais il ne peut l'être qu'à correction; les déviations qu'il subit sont dues à deux causes dont l'action se combine

d'ailleurs de toutes les façons possibles : 1° l'adaptation propre et passagère de l'embryon aux conditions particulières de son développement; 2° l'accélération plus ou moins grande des phénomènes de répétition de la généalogie qui télescope pour ainsi dire les formes ancestrales réelles, leur substituant des formes mixtes plus ou moins différentes, n'ayant pas vécu réellement, et qui modifie en même temps tous les procédés d'histogenèse. Une sériation méthodique et une critique attentive des phénomènes embryogéniques chez les animaux appartenant à une même lignée permettent de faire la part des caractères dus à la répétition ancestrale, des caractères dus à une adaptation de l'embryon et des caractères dus à l'accélération embryogénique. Ce départ est nécessaire si l'on veut déterminer exactement l'origine des transformations des organismes en voie de développement, préciser les rapports des formes embryonnaires, soit entre elles, soit avec l'animal adulte, et formuler les lois de l'embryogénie générale. Malheureusement il est très rare que ce travail de coordination soit fait avec toute l'ampleur nécessaire. Lorsqu'on se trouve en présence d'une longue lignée généalogique comme celle qui conduit des Vers annelés ou même des Rotifères aux Vertébrés supérieurs, on étudie la série à partir d'un point quelconque arbitrairement choisi; on commence par l'étude d'une forme embryonnaire réputée inférieure, mais inexpliquée, et l'obscurité du point de départ s'étend à tout le reste de la série. C'est l'écueil que rencontrent dès le début les embryogénistes qui se consacrent exclusivement à l'étude des Vertébrés, et c'est la raison d'être des dissentiments qui les divisent. M. Brachet a fait tout ce qu'il a pu pour éviter cet écueil; il a choisi pour sujet d'étude les Batraciens, parce que ce sont les plus inférieurs des Vertébrés marcheurs ou tétrapodes, et qu'il peut espérer y trouver les points de départ des processus de développement réalisés chez les Vertébrés supérieurs. Nous ne suivrons pas ces recherches dans leur ordre chronologique, mais dans l'ordre des phases du développement.

L'œuf fécondé des Grenouilles rousses présente une symétrie bilatérale bien nette qui s'accuse par la distribution de son pigment; M. Brachet a montré que cette symétrie était la conséquence de la pénétration du spermatozoïde. Le plan de la première segmentation coïncide souvent avec ce plan de symétrie; mais il n'en est pas toujours ainsi, et le plan peut faire tous les angles possibles avec le plan de symétrie. M. Brachet, en suivant l'évolution de l'œuf après avoir tué l'un des blastomères, a réussi à établir que l'orientation de ce premier plan de segmentation n'avait aucune influence sur la symétrie de l'embryon. La symétrie de celui-ci reste toujours celle de

l'œuf fécondé; les deux premiers blastomères ne représentent les deux moitiés droite et gauche de l'embryon que lorsque le plan de la première segmentation coïncide avec le plan de symétrie de l'œuf.

Après l'étude de la constitution de l'œuf, celle de la segmentation se présente naturellement. M. Brachet cherche les premiers phénomènes de l'évolution chez l'Axolotl et la Grenouille rousse. Chez un grand nombre d'Invertébrés, l'Amphioxus, les Ascidies simples, la segmentation de l'œuf conduit à la formation d'un sphéroïde ou d'un ellipsoïde creux à parois formées d'une seule assise de cellules (*blastula*) dont, pour des raisons d'ordre mécanique et physiologique, la moitié postérieure, ou *calotte trophique*, s'invagine dans la moitié antérieure ou *calotte cinétique* pour former ce qu'on nomme une *gastrula*, à l'arrière de laquelle persiste l'orifice d'invagination, le *blastopore*.

Aucun Vertébré ne présente cette gastrule typique; toutefois, tous traversent un état où l'embryon est formé de deux feuillets superposés, en qui l'on est généralement *convenu* de voir les équivalents des deux calottes emboîtées l'une dans l'autre de la gastrule. Il faut, pour compléter l'homologie, retrouver un blastopore. Étant donné le mode de formation de l'embryon à deux feuillets des Vertébrés, son blastopore ne saurait ressembler à celui des gastrula typiques, et très souvent il est *virtuel*, c'est-à-dire qu'il n'existe pas du tout. On arrive à lui rendre une existence réelle au moyen d'une définition nouvelle : le blastopore n'est plus un orifice; c'est la ligne de jonction des deux feuillets de la gastrula conventionnelle dont nous venons de parler. De virtuel, le blastopore devient réel par suite du soulèvement d'abord dans sa moitié crânienne, puis sur le reste de son pourtour d'une *lèvre blastoporale*, dont les deux moitiés se rapprochent peu à peu d'avant en arrière pour former le dos de l'embryon. L'apparition de cette lèvre marque la fin de la gastrulation. Bien que le blastopore typique résulte de l'invagination de la calotte trophique dans la calotte cinétique chez les Invertébrés et l'Amphioxus, la formation de l'endoderme ne commence chez les Batraciens qu'après l'apparition de ce qu'on nomme le blastopore sur le disque embryonnaire encore formé d'une seule assise de cellules et qui correspond à la calotte cinétique ou exodermique des Invertébrés. Sur les bords de ce disque, les cellules se multiplient, passent au-dessous de lui, glissent au-dessus de la masse vitelline et arrivent à constituer l'entoderme correspondant à la calotte trophique; plus tard encore apparaîtra le canal neurentérique qui est, chez l'Amphioxus, le résultat du recouvrement du blastopore primitif par la

soudure des deux bords de la gouttière nerveuse. On peut se demander si l'adaptation de la forme de l'embryon à la grosseur du vitellus et la tachygenèse suffisent à expliquer les différences entre le rôle de ce qu'on nomme le blastopore et ses lèvres chez les Vertébrés, et le blastopore des Invertébrés; mais l'homologie est généralement admise, et M. Brachet a suivi avec un soin tout à fait scrupuleux ces phénomènes et a certainement préparé leur interprétation définitive.

On ne peut manquer d'être frappé de la ressemblance de ces processus avec ceux qui accompagnent la formation du tube nerveux de l'Amphioxus. Ici, la formation du dos est aussi le résultat de la fermeture de la large gouttière dorsale qui s'étend au delà du blastopore et le recouvre quand elle se ferme, non plus d'avant en arrière, mais d'arrière en avant. La formation de la corde dorsale aux dépens de l'endoderme est une conséquence secondaire de la formation de cette gouttière. Chez les Amphibies, M. Brachet la considère comme contenue en puissance dans les lèvres du blastopore; mais ces lèvres marquent la ligne de jonction de l'exoderme et de l'endoderme auquel elles donnent naissance, et, en fait, quand celui-ci s'est complètement constitué, c'est dans sa région médiane qu'elle se forme. M. Brachet fait encore remarquer que tous ces phénomènes s'accomplissent dans une région de l'embryon qui sera la tête de l'animal définitif; le corps a pour origine un foyer actif de prolifération cellulaire situé en arrière de la tête future, ainsi que cela a lieu d'ailleurs chez les formes inférieures de tous les animaux dont le corps est segmenté (Entomostracés, Vers annelés, la plupart des Cestodes). Ce rapprochement est des plus intéressants; toutefois, M. Brachet en conclut que, primitivement, la tête représentait le corps tout entier des Vertébrés; il étend ainsi à ces animaux une conclusion incontestable pour les Arthropodes qui débutent sous la forme de *nauplius* et les Annélides qui débutent sous celle de *trochosphère* et même les Cestodes qui débutent sous celle d'*oncosphère*. Mais la tête des Vertébrés est une région autrement complexe et qui n'a guère pu se différencier que sur un corps de Ver annelé déjà constitué.

M. Brachet s'est encore occupé de l'origine du mésoderme et des vaisseaux sanguins chez les Batraciens. Il a établi que les ébauches de l'endothelium vasculaire et du sang sont constitués par une bande mésoblastique s'étendant de la bouche à l'anus, sur le pourtour ventral du tube digestif; chez les Anoures les ébauches se clivent de bonne heure, en même temps que le mésoderme dont ils font partie d'emblée; mais chez les Tritons, après que celui-ci s'est détaché, elles sont encore en continuité avec l'entoderme qui leur

donne naissance d'une façon indépendante; l'appareil vasculaire, à la différence de l'appareil lymphatique, s'accroît du reste d'une façon autonome. Les deux ébauches vasculaire et sanguine sont complètement distinctes; l'ébauche sanguine constitue un vaste îlot situé un peu en avant du point où se formera l'anus; ce n'est que lorsque les ébauches des veines vitellines ont enveloppé l'îlot sanguin que les cellules qui le constituent se répandent dans les vaisseaux et dans le cœur. L'isolement de l'îlot sanguin isolé des Batraciens s'explique si l'on compare cet îlot aux îlots extra-embryonnaires des Sélaciens, et si l'on admet que l'œuf relativement petit et à segmentation totale des Batraciens est une réduction d'œufs plus volumineux analogues à ceux des Sélaciens.

Nous avons déjà indiqué que M. Brachet considère que toute la région céphalique dérive des lèvres du *blastopore;* pour fixer la limite de la tête, ce savant a été conduit à étudier le développement de la crête ganglionnaire des nerfs crâniens sensitifs ou mixtes, qui demeure identique à elle-même chez tous les Vertébrés et qui diffère par de nombreux caractères de celle du tronc. M. Brachet a trouvé que, chez les Batraciens, cette crête résulte de la région de concrescence des lèvres du *blastopore* qu'elle s'incorpore tout entière. Des cellules constituant des crêtes ganglionnaires restent en place et contribuent avec celles des placodes exodermiques, vestiges d'anciens organes des sens, à former les racines et les ganglions des nerfs crâniens; les autres émigrent dans le mésenchyme, tracent la voie aux nerfs futurs, leur servent d'organes de soutien et finalement persistent sous forme de gaine de Schwann.

Tout cela constitue un ensemble de travaux longtemps poursuivis, dans lesquels M. Brachet a montré les plus grandes qualités de persévérance, de précision et d'habileté histologique. Il a ainsi contribué à donner à l'embryologie comparée des Vertébrés des points de départ d'une grande solidité.

Ses recherches sur l'origine et la signification morphologique des ébauches du foie et du pancréas chez les Poissons, les Reptiles et les Mammifères présentent les mêmes qualités. M. Brachet a réussi à démontrer que chez tous ces animaux le foie procède d'un renflement longitudinal du pourtour ventral du tube digestif siégeant, dans les jeunes stades, entre le semis veineux et l'ombilic. Cette ébauche prolifère activement dans sa partie antérieure et donne naissance au parenchyme hépatique; sa région postérieure ne prolifère pas et donne naissance à la vésicule biliaire et au canal cystique. La prolifération de la région antérieure a pour conséquence la

formation d'ébauches secondaires dont le nombre et la disposition sont très variables.

Le pancréas dérive d'une ébauche dorsale et de deux ébauches ventrales, l'une droite, l'autre gauche; M. Brachet a retrouvé ces ébauches ventrales chez le Lézard gris et le Lapin, mais il a montré que la gauche s'atrophiait chez ces animaux; Helly a démontré depuis que c'était un fait général chez les Mammifères. Le pancréas demeurerait diffus dans la paroi de l'intestin moyen chez les Ammocœtus.

Ses études sur le développement du foie ont conduit M. Brachet à démontrer le rôle important que son développement envahissant joue dans la formation du diaphragme. En s'insinuant dans le méso-latéral, dans le revêtement latéral de l'œsophage, entre l'ébauche du grand cul-de-sac de l'estomac et l'extrémité du poumon, il arrive à former une paroi postérieure à chaque cavité pleurale dont la fermeture se complète par suite de la soudure de cette paroi avec le bord libre de la membrane pleuro-péritonéale. Ce résultat fait d'ailleurs partie d'un ensemble de travaux que, dès le début de sa carrière, M. Brachet a consacrés à l'étude de l'évolution de la cavité cœlomique et de la cloison qui sépare les cavités pleurales de la cavité péricardique, et au cours desquels il a montré l'importance du dédoublement de la cloison mésentérique qu'il nomme *méso-lat ral* et des *membranes pleuro-péritonéales* qui naissent sous forme de crêtes sur les canaux de Cuvier et se continuent en deux piliers, l'un dorsal, l'autre ventral, qui contribuent finalement à la formation du diaphragme.

L'œuvre de M. Brachet porte, en résumé, sur une longue série de processus embryogéniques qui s'enchaînent étroitement et embrassent la constitution de l'œuf, la formation de la face dorsale de l'embryon, l'origine de la corde dorsale, des vaisseaux, du sang, le développement de la tête et du tronc, l'origine du foie, du pancréas, la délimitation des cavités du corps. Votre Commission a prouvé qu'une telle étendue de persévérantes recherches méritait d'être récompensée par l'allocation du prix Serres.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE).

(Commissaires : MM. Bouchard, d'Arsonval, Giard, Laveran; Chauveau, Roux, Dastre, rapporteurs.)

Le prix est partagé également entre M. **J. Sellier**, M. **Henri Pottevin**, MM. **F.-X. Lesbre** et **F. Maignon**.

En décernant une part du prix Montyon à M. **J. Sellier**, la Commission académique a voulu récompenser la suite des études publiées, depuis plus de huit années, par cet expérimentateur sur la physiologie comparée de la digestion et de la contraction musculaire et sur la physiologie spéciale de l'encéphale.

M. Sellier a étudié la digestion gastrique des poissons cartilagineux, Squales, Torpilles, Roussettes, etc. Il a constaté que la pepsine de l'estomac de ces poissons, comme celle des animaux à sang chaud, est peu active aux basses températures, contrairement à ce qui a été dit, et qu'elle trouve son *optimum* à des températures comprises, suivant la quantité d'acide, entre 20° et 30°. Il a vu, d'autre part, que la digestion gastrique de ces animaux était très lente; qu'elle durait quelquefois jusqu'à 5 et 6 jours. Cette longue durée compense l'action défavorable pour la digestion peptique de la basse température de ces animaux à sang froid. Une autre particularité intéressante, et qui agit dans le même sens que la durée pour accroître l'effet peptique, c'est la richesse du suc gastrique en acide chlorhydrique (de 4 à 11 pour 1000); et c'est de plus une condition favorable à la décalcification des proies ingurgitées.

Chez les Mollusques céphalopodes, il n'y a plus de digestion gastrique véritable. Le suc digestif se rapproche, à la vérité, du suc gastrique par son activité en milieu légèrement acide et par la présence du ferment-lab ou présure : à tous les autres points de vue, c'est un suc pancréatique. Chez les Crustacés, un pas de plus est accompli dans le sens de la digestion hépato-pancréatique, d'après la nature de quelques-uns des produits (tryp-

tophane) et d'après les conditions de milieu (alcalinité) qui permettent l'optimum d'action.

Ajoutons que M. Sellier a retrouvé dans le sang d'un certain nombre de poissons et de Crustacés le ferment saccharifiant (amylase) signalé chez les animaux supérieurs par Cl. Bernard, et étudié par Bial et ensuite par Dubourg (1889). D'autre part, M. Sellier a retrouvé dans le sang de beaucoup de poissons, de Crustacés et de Céphalopodes la propriété antiprotéolytique déjà signalée chez les animaux supérieurs. Il indique, en plus, une activité anti-présurante de ces sérums. On voit ainsi, dans la présence au sein des liqueurs sanguines de ces éléments *anti*, un fait général : c'est un moyen de protection et de défense contre les ferments du tube digestif, qui, absorbés dans le sang, pourraient exercer des effets nuisibles.

— Le second ordre de questions traitées par M. Sellier est relatif à la physiologie comparée de la contraction musculaire. En collaboration avec M. F. Jolyet, il a fait l'étude graphique comparative de la secousse et du tétanos dans beaucoup de groupes de Vertébrés et d'Invertébrés. Ce travail a pour point de départ une juste critique des imperfections de technique ou des défauts de notation imputables aux meilleurs physiologistes. Ces vices, à leur tour, ont entraîné des erreurs dans l'évaluation du nombre des excitations nécessaires à la production du tétanos d'un muscle donné; dans la détermination de la durée de la secousse musculaire; dans la distinction des muscles lents ou des muscles à contraction rapide. Les expériences et les graphiques de MM. Sellier et Jolyet échappent à ces reproches. Ils donnent des renseignements exacts sur tous ces points. Ils montrent, chez beaucoup de types (aplysies, doris, mactres, solens, pholades) un passage entre la fibre lisse et la fibre striée. On voit dans les pectens, à côté de fibres lisses produisant une occlusion lente, le muscle adducteur des valves qui possède de véritables fibres striées permettant un déplacement plus agile.

Enfin, M. Sellier a étudié, en collaboration avec M. Verger, une question difficile de localisation nerveuse (capsule interne, segment postérieur). Il a utilisé une méthode, l'électrolyse bipolaire, qui permet d'obtenir des lésions bien localisées, limitées à volonté, aseptiques, n'entraînant point d'hémorragies secondaires et permettant enfin la survie prolongée des animaux.

Appliquant ce procédé à l'étude du segment postérieur, il a vu que, contrairement à ce qu'on croyait, la section du segment postérieur de la capsule interne n'entraîne point une suppression complète de la sensibilité dans la moitié opposée du corps. Cette hémianesthésie apparente, limitée

aux premiers jours, est un trouble d'inhibition. Ce qui constitue les véritables troubles de déficit, c'est une paralysie motrice incomplète, avec perte de la notion de position du membre; une hémianesthésie du toucher, une conservation de la sensibilité à la douleur qui a la même intensité des deux côtés, mais qui, d'un côté, ne peut être localisée. Cette conservation de la sensibilité douloureuse coïncidant avec la perte du pouvoir de localiser cette sensation, voilà ce qu'il faut substituer à l'ancienne notion de l'hémianesthésie capsulaire.

M. **Pottevin** a présenté pour le prix Montyon de Physiologie une série de Mémoires se rapportant à l'importante question des ferments solubles.

Ceux qui traitent de la saccharification de l'amidon, du dédoublement du tanin, de la Stéréochimie et des diastases contiennent des faits nouveaux intéressants, mais c'est surtout le travail de M. Pottevin sur les actions diastasiques réversibles qui a attiré l'attention de votre Commission.

Plusieurs expérimentateurs ont déjà avancé que certaines diastases étaient capables d'effectuer, suivant les conditions du milieu, deux actions inverses, l'une de dédoublement, l'autre de synthèse. Le fait n'a pas été accepté sans contestations, à cause des faibles rendements qui ne permettaient pas d'isoler le produit synthétique et de le caractériser d'une façon certaine.

M. Pottevin a fait voir que le tissu pancréatique qui dédouble les corps gras peut, dans les conditions qu'il précise, se comporter comme un agent d'éthérification très actif. Les exemples qu'il donne d'une action diastasique hydrolysante réversible sont particulièrement nets, à cause des hauts rendements qu'il a obtenus et qui ont rendu possible l'identification du produit synthétique. La diastase hydrolytique du pancréas ne se dissout pas dans le milieu où elle agit; elle est fixée sur le tissu qui, chauffé à 100° en suspension dans l'eau, perd toute activité.

Dans un mélange équimoléculaire d'acide oléique et d'alcool méthylique contenant pour 100^g du mélange 5^g du tissu pancréatique maintenu à 33°, on a trouvé, après 36 heures, 40 pour 100 de l'acide éthérifié et, après 10 jours, 85 pour 100. M. Pottevin a fait réagir les uns sur les autres, en présence du pancréas, divers alcools et divers acides, notamment la glycérine et l'acide oléique; il a ainsi préparé de la mono-oléine et de la trioléine.

Votre Commission estime que cet intéressant travail méritait le prix Montyon de Physiologie.

Lesbre et Maignon, *Contribution à la physiologie du pneumogastrique et du spinal.*

La contribution de MM. **Lesbre** et **Maignon** est de grosse importance. C'est une sorte de monographie physiologique du nerf spinal, considéré en lui-même, mais surtout dans ses rapports avec le nerf pneumogastrique, avec des conclusions qui font rentrer les actions motrices de ces deux nerfs dans la règle commune, d'où la mémorable Thèse de Cl. Bernard les avait fait quelque peu sortir.

On sait que, d'après les conclusions du travail de Cl. Bernard, le nerf de la onzième paire serait essentiellement préposé à la phonation; sa branche interne, qui passe dans le pneumogastrique, présiderait aux mouvements phonatoires du larynx; sa branche externe, qui se distribue aux muscles sterno-cléido-mastoïdien et trapèze, agirait sur le thorax pour suspendre l'inspiration et régler la sortie de l'air pour la modulation des sons. Les muscles du larynx, ainsi que les muscles sterno-cléido-mastoïdien et trapèze auraient ainsi deux innervations motrices : l'une, phonatoire, venant du spinal; l'autre, respiratoire, venant soit du pneumogastrique, soit des nerfs rachidiens.

Or, la forte étude expérimentale de MM. Lesbre et Maignon démontre que les faits sur lesquels Cl. Bernard s'était appuyé pour établir sa manière de voir doivent recevoir une autre interprétation.

En effet, les expériences nouvelles de MM. Lesbre et Maignon prouvent rigoureusement que les muscles laryngiens, le sterno-cléido-mastoïdien et le trapèze reçoivent du spinal tous leurs nerfs moteurs et que ceux qui leur viennent d'autres sources sont exclusivement sensitifs.

J'avais déjà fait voir que, chez les Solipèdes, la contractilité des muscles laryngiens est exclusivement mise en jeu par l'excitation des racines bulbaires du spinal. D'un autre côté, mes expériences sur le sterno-mastoïdien des mêmes animaux avaient démontré que, des deux branches constituantes du seul nerf qui anime ce muscle, l'une, en provenance de la branche externe du spinal, est seule motrice; l'autre, fournie par les premières paires rachidiennes, est exclusivement sensitive.

Mais une très heureuse trouvaille anatomique, dans l'espèce porcine, a fourni à MM. Lesbre et Maignon l'occasion de transformer ces rudiments de démonstration en une très belle et très solide étude, qui établit définitivement l'unité parfaite de l'innervation motrice des muscles phonateurs et

de leurs auxiliaires. Sans compter d'autres points non moins importants de la physiologie des dixième et onzième paires encéphaliques.

Chez le porc, en effet, le ganglion jugulaire, qui réunit les deux faisceaux constitués hors du crâne par les racines propres de la dixième paire et les racines bulbaires de la onzième paire (branche interne du spinal), se trouve situé, derrière le pharynx, loin du point d'émergence de ces deux faisceaux. Ils suivent donc un assez long trajet avant de se fusionner sur ce ganglion pour former le tronc du pneumogastrique cervical. L'un et l'autre se présentent ainsi dans les meilleures conditions, pour les expériences de section et d'excitation qui permettent de se rendre compte de leurs propriétés et de leurs rôles respectifs. A proximité de ces deux faisceaux est placée, par surcroît d'avantages, la branche externe du spinal. Tout concourt à une sûre acquisition des faits capables de renseigner sur la physiologie des dixième et onzième paires encéphaliques.

Voici, en une très rapide énumération, les principales constatations faites par les auteurs dans leurs recherches expérimentales.

Et d'abord, sur le point principal visé dans ces recherches, les auteurs établissent que le nerf de la onzième paire est le seul nerf moteur des muscles auxquels elle se distribue soit directement, soit par l'intermédiaire des branches du pneumogastrique.

Ainsi, la section de la branche externe du spinal et de sa branche interne au-dessus du ganglion jugulaire paralyse tous les muscles laryngiens dont les nerfs ne se détachent pas de cette branche au-dessus de sa section, ainsi que le muscle trapèze et le sterno-cléido-mastoïdien ou les organes qui représentent ce dernier muscle dans les espèces à clavicule nulle ou rudimentaire.

Ainsi encore, cette section a pour résultat secondaire éloigné l'atrophie et la dégénérescence graisseuse des muscles qu'elle paralyse, accompagnant la dégénérescence wallérienne de tous les tubes nerveux que la section a isolés de leurs centres trophiques bulbo-médullaires.

De même, l'excitation du bout périphérique de ces deux branches provoque la contraction de tous les muscles cités et celle d'un certain nombre de muscles de la vie organique, tels que les fibres de Resseissen, les tuniques musculaires de l'estomac et de l'intestin, celles aussi des uretères et de la vessie, où les effets paralytiques de la section ne s'observent pas avec autant de facilité que dans les organes contractiles de la vie animale.

Enfin, la section de la branche interne du spinal, au-dessus du ganglion

jugulaire, accélère les battements du cœur et l'excitation du bout périphérique les ralentit ou les arrête complètement.

Et ce n'est pas tout encore. Les auteurs ont prouvé que cette excitation du bout périphérique de la branche interne du spinal provoque l'action sécrétoire de la muqueuse stomacale et celle du pancréas.

Donc, toutes les actions centrifuges, motrices, nutritives et sécrétoires, exercées par les branches de distribution du pneumogastrique, ont leur source dans la branche interne du spinal.

L'importance du rôle physiologique de cette partie de la onzième paire est donc de tout premier ordre. Un dernier fait donne, sur cette importance, un dernier et très précieux renseignement. La double section de la branche interne du spinal entraîne toujours la mort des sujets à brève échéance.

Il en est autrement de l'autre branche constitutive du tronc du pneumogastrique cervical, celle qui est formée par le faisceau même des racines propres de la dixième paire. La section double de cette branche au-dessus du ganglion jugulaire laisse survivre constamment les animaux.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX PHILIPEAUX.

(Commissaires : MM. Bouchard, d'Arsonval, Roux, Laveran, Dastre ; Chauveau, rapporteur.)

Le prix est attribué à M. **Lafon** pour ses *Recherches expérimentales sur le diabète et la glycogénie*.

C'est là un très laborieux et très intéressant travail, ayant il est vrai des prétentions un peu exagérées, comme celle de « résoudre la question de l'hyperproduction du sucre ou de sa non-consommation dans le diabète, et d'éclairer ainsi la pathogénie de cette affection ».

Cette ambition n'est pas pour me déplaire. Je dois pourtant faire remarquer que les vétérans, qui étudient la question depuis fort longtemps, ont conservé de grandes hésitations dans leur jugement. Ils ont gardé aussi l'opinion que l'hyperproduction du sucre et sa non-consommation peuvent parfaitement coïncider dans le diabète, et qu'ainsi les deux processus ne s'excluent pas nécessairement.

En tout cas M. Lafon, pour rester fidèle à sa manière simpliste de traiter

la question de la pathogénie du diabète, a été obligé de négliger toute distinction entre le diabétique maigre et le diabétique gras, et de considérer le diabète comme étant *un*, toujours identique à lui-même. Et il n'a pas été effrayé, avant de conclure sur le mécanisme des altérations que le diabète introduit dans sa nutrition, des obscurités si grandes encore qui couvrent le déterminisme de cette fonction à l'état normal.

Mais si le but visé par M. Lafon n'était pas tout à fait à sa portée, du moins les faits expérimentaux qu'il a recueillis constituent-ils de très bons documents scientifiques, intéressants et utilisables.

M. Lafon s'est voué, après d'autres, mais d'une manière plus étendue que ses prédécesseurs, à faire, chez les diabétiques, le bilan du sucre et de l'azote éliminés par les urines, comparativement avec celui des échanges respiratoires (O^2 absorbé particulièrement) comme témoins de l'énergie dépensée par les sujets.

Les déterminations ont été faites sur l'homme et le chien.

Des expériences faites sur les malades de l'hôpital, je ne dirai rien. Les conditions de ces malades étaient mal déterminées, surtout en ce qui concerne le régime. Il n'y a donc rien de précis à tirer des documents fournis par ces expériences.

On peut en dire tout autant des recherches qui ont été faites sur les chiens atteints de diabète spontané que M. Lafon a eu l'occasion d'observer.

Il en a été tout autrement des chiens sur lesquels il a provoqué expérimentalement le diabète, soit avec la phlorydzine, soit par l'extirpation du pancréas.

Dans ce lot, on peut négliger les diabètes provoqués par l'administration de la phlorydzine. Les expériences sont à reprendre et à compléter.

Je ne retiens que celles qui ont porté sur les chiens dépancréatés, sur l'un d'eux particulièrement, dont la survie, grâce à la conservation d'une très petite parcelle de pancréas, a été plus grande, ce qui a permis la répétition des déterminations comparatives : 1° celle du sucre éliminé; 2° celle de l'azote total excrété avec l'urine; 3° celle de l'oxygène absorbé dans les échanges respiratoires.

Ces trois déterminations ont été faites successivement dans les conditions suivantes :

1° Sur le sujet à jeun;

2° Sur le sujet nourri d'hydrates de carbone;

3° Sur le sujet nourri de graisse;

4° Sur le sujet nourri de viande en plus ou moins grande quantité.

Toutes les analyses ont été faites d'une manière très méthodique et suffisamment précise.

Il serait trop long d'en indiquer les résultats et les conclusions tirées par l'auteur ou celles que j'en déduirais moi-même.

J'appellerai seulement l'attention sur les déterminations prises pendant le régime carné, parce que ce sont les plus importantes au point de vue de la physiologie de la nutrition et que j'en ai tiré bon parti dans les Notes que j'ai communiquées à l'Académie, l'année dernière, sur le déterminisme de la supériorité de la dépense qu'entraîne, à l'état normal, le régime carné comparé au régime gras et surtout au régime hydrocarboné.

Dans les expériences de M. Lafon, cette supériorité se constate également chez le chien diabétique. Bien plus, elle s'exagère.

Or, cette exagération s'accorde parfaitement avec le changement de destination de l'albumine alimentaire chez le diabétique maigre.

Sur le sujet sain, l'albumine alimentaire a pour destination : 1° de se substituer aux éléments usés des tissus dans la fonction rénovatrice de la matière ; 2° de concourir à l'entretien des réserves de potentiel, en se transformant en graisse par oxydation incomplète.

Sur le sujet diabétique, l'albumine a la même double destination, seulement la partie qui devrait concourir à l'entretien des réserves de potentiel ne s'arrête pas, en s'oxydant, au stade *graisse*. L'oxydation s'accentue davantage et le potentiel devient ainsi du sucre, qui s'élimine parce que l'organisme est inhabile à l'utiliser.

La réalité de cette suroxydation a été parfaitement mise en évidence par M. Lafon. C'est un fait qui marque dans la physiologie générale de la nutrition.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Giard, Laveran ; Dastre, rapporteur.)

Le prix Lallemand est décerné à M. G. Pagano, professeur à l'Université de Palerme, pour l'ensemble de ses recherches sur le système nerveux.

M. Pagano s'est fait connaître avantageusement par des travaux dans di-

verses branches de la Physiologie. Dans le domaine de la physiologie nerveuse il a publié des recherches sur les fibres d'association du nerf optique, faisceau qui, chez les animaux à vision binoculaire, unit les deux rétines en passant par le chiasma. Il faut encore signaler une étude intéressante sur l'existence des nerfs trophiques et un autre sur la sensibilité du cœur et des vaisseaux. Mais les travaux que la Commission du prix Lallemand a plus particulièrement retenus sont relatifs aux fonctions du cervelet et des ganglions opto-striés.

Des deux méthodes employées en Physiologie pour la détermination des localisations nerveuses, l'ablation et l'excitation, la première seule a été employée à peu près exclusivement dans l'étude du cervelet. La difficulté d'exciter avec précision et certitude les parties profondément situées avait rebuté les expérimentateurs les plus patients. M. Pagano a signalé un moyen qui écarte ces difficultés. Il a remarqué que certaines substances, le curare par exemple, jouissaient de la propriété d'exciter d'une manière remarquable les organes nerveux centraux. Il suffit de quelques dixièmes de centimètre cube de la solution à 1 pour 100 pour provoquer l'excitation limitée de territoires nerveux déterminés. La vérification se fait à l'autopsie.

Les premières recherches publiées en 1902 avaient conduit l'auteur à un certain nombre de localisations motrices et sensitives. Le domaine d'activité du lobe latéral (rotation axiale) avait été séparé assez nettement de celui du vermis antérieur (saut périlleux en arrière) et du vermis postérieur (chute en avant). L'action indirecte sur le système musculaire était excitante : la suractivation allant de l'augmentation de tonicité (raideur) jusqu'aux convulsions. Les troubles de l'équilibre, toujours constatés, résultent de cette prédominance asymétriquement créée, non contrebalancée. En résumé l'excitation développe un tableau de phénomènes hypertoniques, hypersthéniques et ataxiques qui répondent bien aux faits contraires de fatigue, d'épuisement, d'atonie, que la destruction du cervelet produisait dans les expériences de Luciani. Les deux ordres de recherches se complètent et se correspondent.

Dans ses nouvelles études, en 1904, M. Pagano, a complété et parfait les localisations motrices indiquées précédemment. Les centres correspondant aux divers groupes de muscles sont situés dans la profondeur de l'organe. Il semble aussi y avoir des localisations psychiques : l'excitation par exemple du quart antérieur du vermis fait apparaître un tableau phénoménal, dont les manifestations s'échelonnent de la simple inquiétude, chez l'animal

opéré, à une explosion d'agitation où la peur et la fureur sont poussées à l'extrême. En somme, centres moteurs distincts, zone émotionnable délimitée, voilà les acquisitions dues au physiologiste italien.

Les mêmes recherches ont mis en lumière des troubles dystrophiques remarquables.

Au moyen de la même méthode des injections parenchymateuses de curare, coloré par la thionine, M. Pagano a étudié les fonctions du noyau caudé. Il en a distingué les diverses parties. L'excitation du tiers antérieur provoque un tableau phénoménal toujours le même et qui correspond au syndrome psychique de la peur, d'après l'attitude du corps, le jeu de la physionomie, les troubles du cœur, de la respiration, de l'intestin et de la vessie. Le tiers moyen produit l'érection péniale; le tiers postérieur, un syndrome qui serait celui de la *colère :* grincement de dents, aboiement caractéristique, tendance à attaquer et à mordre, expression de la physionomie. D'après cela le noyau caudé interviendrait pour produire, indépendamment de son influence sur les organes de la génération, l'association des mécanismes des états émotionnels les mieux caractérisés chez l'animal.

Les phénomènes cérébelleux ont de nombreux points de contact avec les phénomènes du noyau caudé (thalamiques).

En résumé, les recherches de M. **Pagano**, d'un ordre très délicat et d'une exécution difficile, ont fait faire un progrès sensible à nos connaissances sur la physiologie des centres nerveux, et cette considération a déterminé la Commission académique à lui décerner le prix Lallemand.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE.

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Giard, Laveran, Dastre; Guignard, rapporteur.)

Il serait superflu, aujourd'hui, de faire ressortir l'importance du microscope pour la détermination des substances d'origine végétale. Le plus petit fragment d'une plante, même réduit en poudre impalpable, conserve un certain nombre de caractères qui peuvent permettre, à l'examen microscopique, d'en établir l'identité. Aussi le microscope est-il l'instrument par excellence dans l'étude d'une foule de substances médicinales ou alimentaires et dans la recherche des adultérations dont elles sont trop souvent l'objet,

Quand il s'agit, par exemple, d'une falsification, la Chimie peut rester impuissante, sinon à la déceler, tout au moins à en déceler la nature. Le falsificateur est d'ailleurs fréquemment doublé d'un chimiste, mais il est plus rare qu'il soit familiarisé avec l'observation microscopique, et, fût-il dans ce cas, son habileté ne saurait aller jusqu'à pouvoir changer les caractères morphologiques des substances employées à la falsification.

M. **Eugène Collin** est un des auteurs qui se sont le plus occupés de l'application du microscope à ce genre de recherches. Ses observations poursuivies sans relâche, pendant une trentaine d'années, nous ont valu plusieurs Ouvrages fort utiles. En 1893, il consignait une partie de ses recherches dans un *Guide pratique de la détermination des poudres officinales* qui a été le point de départ d'une série de travaux analogues entrepris à l'étranger, et principalement en Allemagne, en Autriche et aux États-Unis. Il publiait ensuite, avec le professeur Planchon, un *Traité des drogues simples*, devenu aussitôt classique, et auquel succédait bientôt un *Précis de matière médicale* où les observations microscopiques tiennent une large place.

La faveur obtenue aussi bien à l'étranger qu'en France par ces Ouvrages a conduit plus tard M. Collin à faire paraître en anglais, avec la collaboration du professeur Greenish, de Londres, un Atlas qui ne comprend pas moins de 128 planches et qui peut être considéré comme l'Ouvrage le plus complet qu'on possède actuellement sur les poudres médicinales ou alimentaires obtenues avec les divers organes des végétaux.

Plus récemment encore, afin d'aider l'expert-légiste dans ses recherches, l'auteur a réuni dans un Volume spécial toutes les indications permettant de caractériser les substances végétales toxiques. La recherche de ces substances n'a occupé jusqu'ici, dans les traités de toxicologie, qu'une place fort restreinte. Cependant, même après avoir été désagrégées ou ingérées à l'état pulvérulent, et après avoir subi le travail de la digestion, chacune d'elles présente encore des particularités anatomiques constantes, qui, au point de vue de la détermination, ont une valeur plus rigoureuse qu'une réaction chimique. La connaissance de ces caractères spécifiques offre donc pour l'expert une grande importance.

Toutes ces recherches micrographiques constituent une œuvre de longue haleine, dont l'intérêt pratique n'a pas besoin d'être plus amplement démontré.

C'est pourquoi la Commission propose à l'Académie de décerner le prix Martin-Damourette à M. **Eugène Collin**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX POURAT.

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Giard, Laveran; Dastre, rapporteur.)

Le sujet proposé par l'Académie pour le prix Pourat, à décerner en 1908, était le suivant :

Chercher la destination immédiate de l'énergie consacrée à l'entretien de la vie chez les sujets à sang chaud, en déterminant l'influence de la soustraction de l'organisme animal à toute déperdition calorique sur sa dépense énergétique appréciée d'après les échanges respiratoires.

Cette importante question d'énergétique physiologique a été traitée par M. J. **Lefèvre** (du Havre) dans quatre Mémoires présentés au concours, Mémoires dont les conclusions fournissent la solution expérimentale du problème posé par la Commission.

I. L'énergie chimique potentielle des aliments introduits dans l'organisme aboutit, en fin de compte, après des transformations diverses, et en négligeant les manifestations énergétiques secondaires, à une production de chaleur et à une production de mouvement (locomotion). Si nous convenons de borner notre considération à l'animal *au repos*, il ne reste que la chaleur (chaleur animale) comme terme de l'évolution énergétique. On a pu croire autrefois (doctrine de Béclard en France) que la chaleur pouvait se transformer dans l'organisme en mouvement. On est revenu de cette erreur. La chaleur, dans l'organisme, est un *aboutissant* (Dastre) et, suivant la forte expression de M. Chauveau, elle est un *excretum*. Elle ne se transforme en rien : elle est elle-même le terme ultime des mutations énergétiques.

Ce principe, si bien mis en lumière par M. Chauveau, a inspiré le travail de M. Lefèvre; et par voie de conséquence il se trouve confirmé, une fois de plus, par ses expériences.

II. Les choses étant ainsi, l'énergie introduite sous forme chimique, faisant retour au milieu extérieur sous forme de chaleur, il y a deux parts à faire dans cette chaleur : une part correspond, chez l'animal au repos, aux manifestations physiologiques qui ont utilisé l'énergie

chimique alimentaire, l'ont transformée en *énergie vitale* et restituée enfin à l'état d'énergie calorifique au monde extérieur. C'est ce qu'on peut appeler la chaleur bio-énergétique.

Il y a une autre part. On doit admettre, en effet, qu'une autre partie du matériel chimique est simplement brûlée dans l'organisme, comme dans un foyer, sans participer autrement au circulus vital. Cette seconde partie de la chaleur n'est pas inutile à l'organisme : elle est précisément réglée par l'appareil thermo-régulateur physiologique de manière à maintenir constante la température de l'animal, ce qui est la condition optima du fonctionnement vital. Sa production (thermogenèse) est précisément déterminée par les pertes qu'il faut couvrir.

On n'a pas encore su faire la part exacte de ces deux sortes de chaleur, aboutissants l'une et l'autre des mutations énergétiques dont l'organisme est le théâtre. M. Lefèvre y a réussi d'une manière satisfaisante, selon le vœu de la Commission.

Il est très remarquable que toute une école de physiologistes, en France et à l'étranger, a nettement méconnu ces deux sortes de chaleur animale : la *chaleur du travail physiologique intérieur* et la chaleur de *pure thermogenèse*. En particulier, les physiologistes qui se sont occupés des questions d'alimentation et de rations alimentaires ont envisagé l'énergie chimique alimentaire (énergie d'entrée) comme uniquement employée pour la résistance au froid, pour couvrir la dépense en calories par déperdition. Tout, pour eux (MM. Richet, Lapicque, etc.), est chaleur de *thermogenèse :* la chaleur *bio-énergétique*, du travail *physiologique intérieur*, pour ces physiologistes est inexistante.

Il y a donc grand intérêt, en fait et en doctrine, à montrer expérimentalement, comme l'a voulu l'auteur de la question du prix Pourat, l'existence et la valeur respective de ces deux formes de la chaleur animale. Cela a été le mérite de M. J. Lefèvre.

Alors même qu'on soustrait l'organisme (au repos) à toute perte calorique il existe forcément une dépense d'énergie pour le fonctionnement du mécanisme vital, énergie qui apparaît finalement sous forme de chaleur excrétée. Quel est le milieu qui réalise autour de l'animal la condition la plus favorable pour permettre de mesurer ce minimum d'énergie consommée par le fonctionnement vital ? M. Lefèvre montre que cette condition n'est pas la condition *adiabatique* (condition de nul échange de chaleur). Cette condition, en effet, a été réalisée par Delaroche, Cl. Bernard et Liebermeister,

en plaçant l'homme (de température interne 37°,5) dans un milieu, dans un bain, à cette même température 37°,5. Dans ce cas, l'organisme s'échauffe: un état anormal, fébrile, est constitué; il y a polypnée, suractivité cardiaque.

Ce qu'il faut, c'est assurer à l'organisme *l'isothermie*. Il faut que le milieu soit tel que la température de l'organisme reste la même, 37°,5 par exemple. Le bain d'eau à 35° réalise cette condition. Dans le bain à 34°, la température centrale ne se maintient pas: elle tend à s'abaisser. Dans le bain à 36° elle tend à s'élever. Dans le bain à 35°, la chaleur produite par l'organisme s'écoule et le niveau thermique reste invariable.

C'est cet écoulement que M. Lefèvre a mesuré, par calorimétrie directe. Il détermine la quantité de chaleur cédée en 24 heures par l'organisme isothermique à la masse d'eau qui l'entoure. Les mesures fournissent pour l'homme moyen (65^{kg}) un chiffre compris entre 1450^{Cal} et 1480^{Cal}.

— Une seconde méthode, suggérée par l'énoncé de la question académique, est employée par M. Lefèvre. Cet expérimentateur détermine les *échanges respiratoires* de l'organisme en équilibre de température dans le bain à 35°. Il mesure le volume des gaz expirés, les analyse et calcule, à l'aide des quotients respiratoires, l'énergie qui correspond à l'oxygène absorbé. Une installation expérimentale, simple et complète, permet de conduire simultanément les opérations des deux méthodes, calorimétrique directe et calorimétrique indirecte (échanges respiratoires), en les contrôlant l'une par l'autre.

— Une troisième méthode, employée par l'auteur au début de son travail (1er Mémoire), avait fourni une première approximation. M. Lefèvre, dans des recherches antérieures, avait déterminé aux diverses températures du milieu les quantités de chaleur dégagées par l'animal. Les valeurs obtenues permettent de construire une courbe qui fait connaître, par interpolation et extrapolation, les productions de calorique (en régime régulier) en fonction de la température. On voit ainsi que pour un milieu à 35° la production est de 1^{Cal} par minute (homme moyen).

En résumé, les résultats obtenus par les trois méthodes sont concordants. Ils amènent à cette conclusion que, chez l'homme adulte moyen, au repos, et à l'abri de toute dépense calorique pour résister au froid extérieur, la dépense *d'énergie* inévitable représente 1450^{Cal} à 1500^{Cal}.

Le problème proposé pour le prix Pourat a donc reçu une solution très satisfaisante de la part d'un expérimentateur dont l'Académie connaît déjà

par ailleurs et a récompensé les mérites. La Commission propose de décerner le prix *Pourat* à M. **Lefèvre**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. de Freycinet, Haton de la Goupillière, Alfred Picard, Tannery; le Prince Roland Bonaparte, Carnot, Poincaré, Rouché, rapporteurs.)

La Commission de Statistique, prix Montyon, a été saisie de l'examen des Ouvrages ci-après :

1° *Anonyme*. — Variations de la morbidité dans l'armée française, de 1901 à 1905;
2° M. **Risser**. — Étude statistique et mathématique sur la mortalité et l'invalidité professionnelle;
3° Dr **Felhoen**. — Étude statistique sur la mortalité infantile à Roubaix (1871-1905);
4° M. **Laurent**. — Les statistiques décennales du Bureau municipal de la ville du Havre, 1880-1899; 1890-1899;
5° M. **Deniker**. — Les races de l'Europe.

Après avoir délibéré, et eu égard à la valeur de plusieurs des Ouvrages sus-énumérés, la Commission a été d'avis de diviser le prix et la mention mis à sa disposition et de les attribuer, savoir :

Un prix à l'Ouvrage n° 5, sur le Rapport du Prince Roland Bonaparte;
Un prix à l'Ouvrage n° 3, sur le Rapport de M. Carnot;
Une mention à l'Ouvrage n° 2, sur le Rapport de M. Poincaré (remplaçant M. Tannery, empêché);
Une mention à l'Ouvrage n° 4, sur le Rapport de M. Rouché.

Rapport du **Prince Roland Bonaparte.**

M. J. **Deniker**, docteur ès Sciences, ancien président de la Société d'Anthropologie de Paris et actuellement bibliothécaire du Muséum national d'Histoire naturelle, a soumis au jugement de notre Commission les deux Ouvrages suivants :

1° *Les Races de l'Europe.* — I. *L'indice céphalique*, Paris, 1899, avec une Carte en couleurs.

2° *Les Races de l'Europe.* — II. *La taille en Europe*, Paris, 1908, avec une Carte en couleurs.

En réalité ces deux Ouvrages n'en font qu'un, qu'on pourrait appeler *Les Races de l'Europe au point de vue anthropométrique*. Ces deux beaux Mémoires sont le résultat d'une longue série de travaux que M. Deniker a entrepris pour analyser, d'après les données statistiques, les caractères physiques des populations européennes et de la France en particulier. Il a pu, en se basant sur des données anthropométriques considérables, établir, il y a dix ans, l'existence en Europe de six races principales, du mélange desquelles sont issus tous les *groupes ethniques* ou *nations* actuels de notre continent.

C'est la série des preuves de ses déductions qu'il publie actuellement.

La première partie de ces preuves, parue en 1899, traite de la forme de la tête et de la répartition de l'indice céphalique en Europe.

La seconde, conçue sur le même plan, s'occupe de la taille en Europe.

Les répartitions de l'indice céphalique moyen et de la taille moyenne par petites divisions administratives (par exemple l'arrondissement en France) sont représentées sur deux Cartes au 10000000e.

Les chiffres sur lesquels s'appuie M. Deniker ont été tirés de plus de 400 publications en toutes langues, dont la liste se trouve à la fin de chaque Mémoire.

Ce sont des données officielles du recrutement, parfois inédites et manuscrites; puis des mesures sur des civils prises par des anthropologistes. Le tout représente le résultat des mensurations de plusieurs millions d'individus.

Le travail le plus difficile consistait à coordonner toutes ces données et à leur trouver une commune mesure. M. Deniker s'en est tiré d'une façon très heureuse, tenant compte à la fois de toutes les divergences dues à l'âge des sujets examinés, au mode opératoire des conseils de revision, etc.

Voici, très succinctement, les principales conclusions de l'auteur : en ce qui concerne l'indice céphalique, on peut dire d'une façon générale que le nord de l'Europe est le siège d'une dolichocéphalie assez faible, tandis qu'une dolichocéphalie très forte règne dans le sud-ouest de notre continent. Les brachycéphales sont bien représentés dans l'ouest et le sud-est de l'Europe, tandis que dans l'est domine la sous-brachycéphalie.

Quant à la taille, elle est en général très élevée en Europe. On n'y trouve pas de groupes de populations dont la taille moyenne soit au-dessous de $1^m,60$. Par contre, on y rencontre les populations dont la taille est la plus élevée de notre globe, notamment dans le Nord, chez les Écossais, $1^m,73$, chez les Scandinaves et dans le Sud-Est, chez les Bosniaques.

Les populations de taille relativement très basse ($1^m,60$ à $1^m,63$) sont cantonnées dans le sud-ouest et le nord-est de notre continent.

Dans ce travail la France est traitée d'une façon particulièrement détaillée.

Au point de vue de l'indice céphalique, la France est partagée en deux par une ligne allant du Nord-Est au Sud-Ouest; à l'ouest de cette ligne on trouve les têtes assez allongées, à l'est les têtes courtes. Par contre, au point de vue de la taille, la ligne de partage est dirigée dans un sens tout différent, du Nord-Ouest au Sud-Est, et laisse les petites tailles à l'Ouest et les grandes tailles à l'Est.

En résumé, on peut dire que les travaux de M. Deniker sont au nombre des meilleures études de statistique anthropométrique qui aient été publiées dans ces dernières années.

Pour toutes ces raisons, je propose à la Commission d'attribuer un prix à M. **Deniker.**

Étude statistique sur la mortalité infantile à Roubaix, Lille et Tourcoing; natalité et nuptialité dans ces mêmes villes, de 1871 *à* 1905, par M. le Dr Felhoen. — *Rapport de M.* **Adolphe Carnot.**

Le Dr **Felhoen**, attaché à la *consultation des nourrissons* pour l'œuvre de la *Goutte de lait* de Roubaix, a publié une étude statistique approfondie sur la *mortalité infantile* dans la ville de Roubaix et dans ses cantons (Wattrelos, Croix et Wasquehal). Dans une première Partie de l'Ouvrage il a, pour les trente-cinq années comprises de 1871 à 1905, donné les Tableaux de la mortalité des enfants depuis leur naissance jusqu'à 1 an, en la com-

parant successivement au chiffre de la population, au nombre des naissances et au nombre des décès de tout âge. Les Tableaux sont éclairés par des graphiques qui en facilitent beaucoup la compréhension. Il a donné ensuite, pour la même période de trente-cinq années, une statistique semblable pour les villes de Lille et de Tourcoing, qu'il a mise en parallèle avec celle de Roubaix; soit pour les enfants de 0 à 1 an, soit pour ceux de 1 à 2 ans.

Une deuxième Partie de l'Ouvrage est consacrée à l'examen des principales causes de mortalité infantile dans les trois grands centres de la région : Lille, Roubaix, Tourcoing.

Une troisième Partie a trait à la *natalité* et à la *nuptialité*. Elle confirme, pour la région étudiée par l'auteur, ce qui a été établi d'une manière qui n'est malheureusement que trop générale pour la France, à savoir : que le nombre des naissances comparé à la population décroît d'une manière continue et dans une proportion inquiétante. A Roubaix notamment, en 1872 le taux de la *natalité* était de 45,75 pour 1000 habitants; en 1891 il est descendu à 33,28 pour 1000; en 1901 à 26,42; en 1905 il est tombé à 22,31 pour 1000, c'est-à-dire à moitié de ce qu'il était en 1872. L'auteur n'hésite pas à compter parmi les causes de cette effrayante diminution des naissances la propagande très active dans les trois villes de Lille, Roubaix et Tourcoing, malgré les efforts des autorités locales, des théories qu'il désigne sous le nom de *néo-malthusiennes*, en rappelant très justement que Malthus bornait ses prescriptions de continence aux gens incapables de procréer sainement et d'élever utilement leurs enfants, bien loin de les étendre aux gens valides et aisés. On est surpris de voir dans les Tableaux statistiques du Dr Felhoen que le taux de la *nuptialité* s'est maintenu plus élevé pendant les quinze dernières années qu'il ne l'avait été pendant la période précédente; de 1876 à 1891 le nombre moyen annuel des mariages était resté voisin de 8,20 pour 1000 habitants; il s'est élevé à 10,30 en 1896 et à 9,80 en 1905; et cela précisément en même temps que le nombre des naissances baissait si rapidement.

Une quatrième Partie de l'Ouvrage présente l'historique et expose le fonctionnement des œuvres charitables qui ont été créées à Roubaix et qui, si elles sont impuissantes à enrayer l'abaissement progressif de la natalité, ont au contraire contribué d'une façon remarquable à diminuer la proportion des décès pendant la première enfance.

Ces œuvres sont :

1° L'œuvre des *crèches privées*, ou crèches de Mme Constantin Descat, fondées en 1867 et continuées, depuis 1894, par les *crèches municipales;*

2° L'œuvre de la *protection de l'enfance*, fondée en 1893, qui a créé une *goutte de lait* et une *consultation des nourrissons* (1904);

3° Une *maternité Boucicaut*, venant en aide aux filles-mères (1897);

4° Une *mutualité maternelle* (1903), assurant aux femmes sociétaires une indemnité suffisante pour les dispenser du travail pendant quatre semaines avant les couches et leur permettre de se ménager et de soigner leur enfant pendant les premières semaines qui suivent la naissance.

L'auteur termine son Livre en exposant ses idées personnelles sur la possibilité de lutter d'une manière plus efficace contre la mortalité infantile à Roubaix, tout en faisant remarquer que cette grande ville de 121000 habitants peut déjà être classée *parmi les villes de France où la vie des nourrissons est le mieux protégée*. Aussi la mortalité de 0 à 1 an, qui était de 10,82 pour 1000 habitants en 1876, est-elle descendue successivement : à 7,90 en 1886, à 6,03 en 1896 et à 3,71 seulement en 1905.

On ne peut qu'admirer un pareil résultat et le citer en exemple aux municipalités, aux sociétés industrielles et aux particuliers qui peuvent contribuer à développer les œuvres d'assistance de la première enfance d'une manière efficace.

La Commission de Statistique a jugé digne de récompense cet Ouvrage intéressant et utile, et lui a attribué un prix.

Rapport de M. **Rouché** *sur l'Ouvrage de M.* H. Laurent.

Les deux publications adressées par M. **H. Laurent** à l'Académie des Sciences en vue de l'obtention du prix Montyon renferme le Relevé général de la Statistique démographique et médicale pour la ville du Havre pendant les deux périodes décennales

1880-1889, 1890-1899.

La première Partie contient 19 Chapitres se rapportant successivement aux naissances, aux mariages, aux divorces et surtout aux décès dont on étudie les causes générales. Viennent ensuite les maladies zymotiques, la fièvre typhoïde, la diphtérie, la phtisie pulmonaire, etc. Signalons encore un Tableau graphique qui résume les renseignements précédents et six autres Tableaux fort importants et relatifs aux épidémies cholériques.

La seconde Partie traite des mêmes sujets que la première; seulement elle renferme en outre un Atlas plein d'intérêt; cet Atlas se compose de cinq planches dont voici les titres : plan de la ville du Havre, plan des égouts de cette ville, relevés topographiques divers.

Telle est l'analyse succincte de l'Ouvrage de M. **Laurent**: il est borné sans doute à la ville du Havre, mais, quoique ainsi limité, il ne constitue pas moins un travail considérable et qui mérite récompense.

Rapport de M. **Poincaré.**

L'auteur du Mémoire n° 2 examine les différentes formules qui ont été proposées pour représenter les lois de la mortalité, et il indique les méthodes mathématiques par lesquelles on pourrait calculer en partant des observations les différentes constantes qui figurent dans ces formules.

Ces méthodes peuvent être appliquées avec avantage, non seulement à l'ensemble d'une population, mais à des groupes professionnels présentant une homogénéité suffisante. L'auteur en fait une application à un exemple pour lequel malheureusement il ne disposait que de données statistiques insuffisantes.

Il s'occupe ensuite des courbes de mortalité des individus qui sont devenus invalides à la suite d'un accident, et de la façon dont ces courbes se raccordent avec la courbe générale de mortalité du même groupe, quand au bout de quelques années l'influence de l'accident et la diminution de vitalité qui en résulte a cessé de se faire sentir.

Ce travail paraît intéressant et digne d'une mention.

Les conclusions de ces rapports sont adoptées par l'Académie.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE BERTHELOT.

(Commissaires : MM. Bouchard, Émile Picard, Van Tieghem ; Darboux, rapporteur.)

Sur la proposition de son Bureau, l'Académie décerne des Médailles Berthelot à :

MM. **Barbier** (prix Jecker); **Gain**, **Pierre Carré** (prix Cahours); **Frois**, **Georges Claude** (prix Montyon des Arts insalubres).

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Bouchard, Émile Picard, Van Tieghem, Maurice Levy, Bornet; Darboux, rapporteur.)

Le prix est attribué à M. **Charles Frémont**.

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Bouchard, Émile Picard, Van Tieghem, Maurice Levy, Bornet; Darboux, rapporteur.)

Le prix est attribué à M. **J.-H. Fabre**, Correspondant de l'Académie.

PRIX LANNELONGUE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Émile Picard, Van Tieghem, Maurice Levy, Bornet; Darboux, rapporteur.)

La Commission administrative propose de partager le revenu de la fondation Lannelongue entre MM^mes **Béclard**, **Ruck**, **Cusco**, **de Nabias**.

Cette proposition est adoptée par l'Académie.

PRIX WILDE.

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Troost, Mascart, Poincaré, Émile Picard; Darboux, rapporteur.)

La Commission du prix Wilde propose de décerner un prix de 2000^fr à M. **Tikhoff**, astronome à l'Observatoire de Saint-Pétersbourg, et un prix de 2000^fr à M. **Charles Nordmann**, astronome à l'Observatoire de Paris, pour leurs recherches sur la dispersion de la lumière et sur les étoiles variables.

L'Académie adopte cette proposition.

PRIX VICTOR RAULIN.

(Commissaires : MM. Gaudry, Michel Lévy, Lacroix, Douvillé, Wallerant; Barrois, rapporteur.)

Ce nouveau prix annuel, à sujets alternatifs, devait être attribué cette année à un travail sur la *Géologie* et la *Paléontologie*.

Sur la proposition de la Commission, l'Académie a décidé de proroger le concours à l'année 1909.

PRIX SAINTOUR.

(Commissaires : MM. Darboux, Poincaré, de Lapparent, Giard, Zeiller, Douvillé; A. Lacroix, rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie de partager le prix Saintour entre M. **Paul Gaubert** et M. **Émile Rivière**.

Les travaux de M. **Gaubert**, assistant au Muséum d'Histoire naturelle, sont presque exclusivement consacrés à des recherches expérimentales sur de délicates questions de cristallogenèse et sur la coloration artificielle des cristaux en voie d'accroissement.

De Senarmont a montré, il y a fort longtemps, qu'il est possible de colorer certains cristaux biréfringents naturellement incolores et de déterminer ainsi chez eux le pléochroïsme. M. Gaubert s'est proposé tout d'abord de poursuivre ces expériences et de chercher à les généraliser; mais, en cours de route, il a été conduit de proche en proche à de nombreuses questions éloignées de son point de départ.

En premier lieu, il a mis en évidence que la matière colorante absorbée par les cristaux peut s'y trouver au moins sous deux états différents; je laisse de côté, bien entendu, le cas de coloration par inclusions visibles au microscope. Il peut se produire une solution solide de la matière colorante dans le cristal; le colorant se trouve ainsi sous le même état dans celui-ci et dans l'eau mère; les couleurs du pléochroïsme acquises par le cristal sont différentes de celles que possède le colorant à l'état cristallisé. Tels sont le nitrate d'urée et l'acide phthalique colorés par le bleu de méthylène. Il

peut y avoir, d'autre part, syncristallisation du cristal et de la matière colorante, comme dans le cas du nitrate de plomb coloré par le bleu de méthylène; les couleurs de pléochroïsme des cristaux sont alors les mêmes que celles du colorant.

Un autre résultat des recherches de M. Gaubert a été la mise en évidence de ce fait que chaque sorte de face d'un cristal en voie d'accroissement possède un coefficient particulier d'absorption de la matière colorante, les faces les plus colorées étant en général les plus développées. Quand les différences de valeur de ces coefficients sont très grandes, il se produit dans le cristal des secteurs réguliers, inégalement colorés (structure en sablier), correspondant à ceux que fait apparaître l'examen en lumière polarisée des mêmes cristaux. M. Gaubert s'est alors demandé si les deux azotates constituant ces mélanges isomorphes ne se comportaient pas eux-mêmes dans l'édifice cristallin comme la matière colorante. L'expérience a confirmé cette hypothèse; dans un cristal cubique, formé de secteurs biréfringents et d'autres n'agissant pas sur la lumière polarisée, à chacune de ces catégories de secteurs correspond une composition chimique différente. Cette hétérogénéité des cristaux mixtes est fort intéressante pour la théorie de la structure des mélanges isomorphes; elle donne en outre la signification de l'origine de la structure en sablier des pyroxènes des roches éruptives, qui a donné lieu à tant d'interprétations contradictoires.

Bien que la quantité de matière colorante absorbée par ces cristaux soit souvent presque impondérable, elle suffit cependant à influencer le développement des faces; c'est ainsi, par exemple, que l'azotate de plomb, qui donne uniquement des octaèdres dans l'eau pure, ne se dépose plus que sous forme de cubes dès que ses cristaux sont colorés par du bleu de méthylène. Le nitrate d'urée était considéré jusqu'à présent comme orthorhombique à cause de la forme qu'il prend, quand ses cristaux se forment dans une solution aqueuse incolore; en réalité, ceux-ci ne sont que pseudorhombiques et constitués par des macles de cristaux monocliniques, qui se produisent toujours non maclés, quand la solution d'où ils se déposent est colorée par du bleu de méthylène.

Une série de délicates expériences a conduit M. Gaubert à une classification des formes souvent si variées que peut prendre une même substance cristallisée. Les unes sont indépendantes du milieu ambiant; elles consistent en faces à caractéristiques simples, se formant toujours seules, quand la cristallisation est rapide. Les autres n'apparaissent que si celle-ci est lente; leur nature est influencée par la vitesse de cristallisation, par la tempéra-

ture, par l'existence de matières étrangères en solution dans l'eau mère, etc., en un mot par des facteurs variés, que des expériences en cours ont pour but de préciser. Enfin, les faces vicinales paraissent être le résultat de courants de concentration trop faibles pour pouvoir parcourir toute la face simple sur laquelle elles se développent.

En utilisant encore des solutions colorées, M. Gaubert a pu suivre sous le microscope la marche de ces courants de concentration, qui se forment au contact de faces en voie d'accroissement, et déterminer le rôle de la rencontre de deux courants de sens différents dans la production des inclusions liquides ou gazeuses.

Je n'insisterai pas sur des expériences consacrées à l'étude de la persistance de certaines faces au cours de la dissolution des cristaux, à l'histoire des figures d'accroissement, à la production de macles dans des cristaux en mouvement dans leur eau mère, ni sur la découverte de corps nouveaux fournissant des cristaux liquides, sur celle d'un type spécial de ces enroulements hélicoïdaux si curieux que M. Michel Lévy a découvert dans le calcédoine et que M. Wallerant a obtenu expérimentalement dans diverses substances organiques, sur l'obtention simultanée des formes orthorhombique, monoclinique, nacrée, du soufre, au cours de l'évaporation d'une solution saturée de ce corps, ni enfin sur la démonstration, à l'aide des indices de réfraction, de l'existence de zones de composition différente dans les cristaux cubiques naturels des minéraux du groupe haüyne-noséane.

Ce rapide exposé est suffisant pour montrer tout l'intérêt des recherches de M. Gaubert, ingénieusement poursuivies, avec beaucoup de persévérance et de méthode, pendant de nombreuses années, et dont la continuation promet encore de fructueux résultats pour l'avenir.

Les travaux de M. Émile Rivière se rapportent à un tout autre ordre de recherches. Ce savant, bien connu de l'Académie, qui lui a attribué déjà plusieurs récompenses, est l'auteur d'un grand nombre de publications consacrées à l'Archéologie préhistorique.

Ses études et ses fouilles ont porté sur diverses régions de notre sol national : le midi de la France, la Charente et le Périgord, les environs de Paris. Je ne m'occuperai que des deux principales.

De 1870 à 1887, M. Rivière a exploré les curieuses grottes des Baoussé-Roussé, ou de Grimaldi, près de Menton; il en a retiré une multitude d'objets travaillés par l'homme, d'ossements d'animaux et, ce qui est plus précieux, plusieurs squelettes humains, dont l'un, bien connu sous le nom

d'*homme de Menton*, se trouve aujourd'hui dans la collection d'Anthropologie du Muséum d'Histoire naturelle.

L'interprétation des travaux de M. Rivière, à Menton, fut jadis très discutée; mais les recherches récentes, entreprises sous le patronage du prince de Monaco par MM. Boule, Cartailhac, Verneau et Villeneuve, tout en apportant des données nouvelles et plus complètes, ont confirmé ses principales conclusions sur l'antiquité des gisements et l'âge de leurs squelettes humains.

On parle beaucoup, depuis quelques années, des intéressantes découvertes d'œuvres d'art, gravées ou peintes sur les parois de certaines cavernes, dans des couloirs obscurs, parfois très éloignés de l'entrée.

Les premières observations faites en Espagne, dès 1879, et en France, dès 1889, étaient passées inaperçues, quand M. Rivière annonça à l'Académie, au mois de juin 1895, que les parois de la grotte de la Mouthe, dans la Dordogne, présentaient des gravures et des peintures préhistoriques. Cette découverte fut, elle aussi, violemment attaquée et contredite; M. Rivière eut le mérite de lutter courageusement pour la défense de son opinion et de la faire triompher.

Depuis cette époque, des découvertes analogues se sont multipliées et se sont étendues à d'autres régions de notre pays. Les succès des nouveaux explorateurs ne doivent pas faire oublier que M. **Rivière** a ouvert la voie dans laquelle des confrères plus jeunes se sont brillamment engagés; aussi la Commission a-t-elle pensé qu'il y avait lieu de l'en récompenser.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX JÉROME PONTI.

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Darboux, Bornet, Chauveau, Poincaré; Bouvier, rapporteur.)

A la liste des candidats qui s'étaient inscrits pour le prix Jérôme Ponti votre Commission a cru devoir ajouter, de sa propre initiative, deux savants français qui, par le rôle qu'ils ont joué et jouent encore dans le développement des sciences naturelles, lui ont paru dignes de partager ce prix. Ces deux savants sont M. **Louis Bedel** et M. **Adrien Dollfus**.

M. **Louis Bedel** est un entomologiste; dans le groupe immense des

Insectes, il a jeté son dévolu sur l'ordre des Coléoptères et dans cet ordre si vaste, où les espèces connues se comptent par centaines de milliers, il a eu la sagesse de se restreindre à la faune paléarctique ou méditerranéenne, qui comprend à très peu près 10000 espèces. Peu de naturalistes seraient capables d'embrasser un champ aussi vaste, mais M. Bedel a toutes les qualités requises pour des travaux de cette envergure : un amour profond et inné pour la science entomologique, une ardeur laborieuse que rien ne lasse, la perspicacité du fin observateur, le double don fort rare de l'analyse et de la synthèse, enfin et surtout une acuité de vue et un talent de précision qui lui donnent quelque peu la tournure d'esprit d'un mathématicien. J'ajoute qu'il s'est consacré exclusivement à l'étude des Insectes et qu'il fait preuve, à ce point de vue, d'une érudition sans égale.

Ainsi doué, M. Bedel a entrepris deux œuvres singulièrement vastes et difficiles : *La faune des Coléoptères du bassin de Paris* et *La faune des Coléoptères du nord de l'Afrique*, qui resteront comme des monuments de la Science entomologique. Le premier de ces Ouvrages a été commencé en 1881, il comprendra six Volumes, dont trois ont déjà paru sous la signature de M. Bedel, le quatrième étant en cours de publication avec M. J. Sainte-Claire Deville comme collaborateur; un autre Volume sera publié, sans doute, par ce dernier entomologiste et le sixième, déjà en manuscrit, sera l'œuvre exclusive de M. Bedel. *La faune des Coléoptères du nord de l'Afrique* ne doit pas être moins importante, mais il faut du temps pour des œuvres de cette sorte, et M. Bedel en est seulement à son premier Volume.

Ces deux publications passent, à bon droit, pour des œuvres presque parfaites; on y admire la précision des Tableaux synoptiques, l'exactitude impeccable des descriptions, l'épuisement complet des documents de la littérature et l'indication minutieuse des habitats de chaque espèce. Il est impossible de montrer plus de rigueur dans le détail et plus de méthode dans l'ensemble. Aussi les deux *Faunes* sont-elles précieusement recherchées par tous les entomologistes d'Europe, et chaque nouveau Volume en est attendu avec la plus vive impatience. A ce titre, M. Bedel est considéré comme un maître de l'Entomologie et il peut compter parmi ses élèves tous les coléoptéristes européens. Son influence est d'ailleurs des plus salutaires dans une science où les notes isolées, les descriptions vagues et surtout une hâte excessive risquent d'engendrer le trouble et la confusion. Profondément étudiés, précis et synthétiques, les Ouvrages de M. Bedel peuvent être cités comme types aux entomologistes; on doit en désirer le complet

achèvement, et à eux plus qu'à tout autre s'applique la récompense du prix Jérôme Ponti.

Comme M. Bedel, M. **Adrien Dollfus** s'est également consacré au développement des sciences naturelles dans notre pays, mais par un procédé différent qui ne laisse pas d'ailleurs d'être fort efficace. Passionné pour les recherches zoologiques et auteur de nombreux travaux sur les Crustacés terrestres du groupe des Cloportes, il a eu le don de sentir les difficultés qu'éprouvent les naturalistes dispersés loin des centres d'études et l'ardeur généreuse de vaincre ces difficultés. A ces isolés remplis de bon vouloir, à ces débutants lointains dont les premiers pas chancellent, à ces observateurs timides qui ont besoin d'être encouragés, il a tendu sa main secourable et donné du réconfort en créant *La feuille des jeunes naturalistes*, dont le titre indique bien la portée, encore qu'elle s'adresse aux naturalistes de tout âge. Dédaigneux des formes courantes et de l'allure quelque peu sévère des périodiques analogues, ce journal offre l'hospitalité à toute observation curieuse, sans distinction d'origine; il sert de lien entre les chercheurs par les discussions qu'il provoque et les échanges qu'il suscite; enfin, par un choix de monographies locales souvent rédigées par des maîtres, il offre un guide sûr à tous ceux qui cherchent à s'initier aux sciences naturelles. Voici près de 30 ans qu'il remplit ce rôle et ses grands services sont appréciés par tous.

C'était déjà beaucoup d'avoir donné aux naturalistes isolés un organe de publication et un guide, mais cela ne pouvait satisfaire le bienfaisant promoteur de recherches qu'est M. Dollfus. Pour étudier et pour publier, il faut des Ouvrages scientifiques et bien peu de naturalistes sont en état de s'offrir un luxe si coûteux, mais si nécessaire; ne serait-ce pas une œuvre excellente de créer une bibliothèque centrale où chacun pourrait largement puiser selon ses goûts et ses aptitudes. M. Dollfus n'hésita pas un instant, il fonda cette bibliothèque idéale et, au prix d'une cotisation modique, l'ouvrit largement à tous. Je ne sais si le créateur de cette œuvre a entrevu dès l'origine les difficultés d'une semblable tâche; la dépense est lourde, mais plus lourds encore sont les ennuis qu'occasionne le service des envois! Toujours est-il que la Bibliothèque des jeunes naturalistes rend de précieux services et que les Parisiens eux-mêmes, je le sais par expérience, y ont souvent recours. Débordé par sa double tâche, M. Dollfus a dû sacrifier quelque peu, ce qui est pénible, ses recherches favorites; mais il a foi dans son œuvre et il ne néglige rien pour la rendre chaque jour plus efficace.

Étant donnés ces titres tout à fait exceptionnels, votre Commission est heureuse de vous proposer le partage du prix Jérôme Ponti entre MM. **Louis Bedel** et **Adrien Dollfus**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX HOULLEVIGUE.

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Mascart, Poincaré, Émile Picard, Giard; Darboux, rapporteur).

La Commission propose de partager le prix Houllevigne entre M. **Debierne**, chef de travaux à la Sorbonne, pour ses recherches sur les corps radioactifs; M. **Petot**, professeur à la Faculté des Sciences de Lille, pour ses Leçons sur les voitures automobiles; M. **E. Fabry**, professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier, pour ses recherches sur la théorie générale des fonctions.

L'Académie adopte cette proposition.

PRIX ESTRADE DELCROS.

(Commissaires : MM. Gaudry, Poincaré, Deslandres; Darboux, rapporteur.)

La Commission décerne le prix Estrade Delcros à M. **Jacques Hadamard**, pour l'ensemble de ses travaux mathématiques.

L'Académie adopte cette proposition.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection com-

plète des Ouvrages de Laplace, qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Le Président remet les cinq Volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du Système du monde* et le *Traité des Probabilités* à M. **Lancrenon** (**Paul-Marie-Emmanuel**), sorti premier de l'École Polytechnique et entré, en qualité d'Élève-Ingénieur, à l'École nationale des Mines.

PRIX FONDÉ PAR M. FÉLIX RIVOT.

Conformément aux termes de la donation, le prix Félix Rivot est partagé entre M. **Lancrenon** (**Paul-Marie-Emmanuel**), entré seul de la promotion en qualité d'Élève-Ingénieur à l'École nationale des Mines, et MM. **Chavanes** (**Gustave-Édouard-Alexandre**) et **Blanchet** (**René-Désiré**), entrés les deux premiers au même titre à l'École nationale des Ponts et Chaussées.

FONDS BONAPARTE.

RAPPORT *de la Commission chargée de proposer pour l'année* 1908 *la répartition des subventions du fonds Bonaparte.*

(Cette Commission, qui comprend le Prince Roland Bonaparte comme membre de droit, se composait de MM. H. Becquerel, président; Bouquet de la Grye, Cailletet, Armand Gautier, Deslandres, Le Chatelier; Darboux, rapporteur.)

La Commission nommée par l'Académie pour lui faire des propositions de subventions à attribuer sur le fonds Bonaparte pour 1908, n'a pas eu à étudier moins de 107 demandes distinctes, se rapportant aux sujets les plus variés. Il est vrai que quelques-unes d'entre elles ont été présentées après le délai réglementaire, fixé au 1er mai par l'Académie. Pour cette première

attribution des subventions, la Commission n'a pas voulu se montrer trop rigoureuse; mais elle estime qu'il conviendra de rappeler aux concurrents, pour les années suivantes, que leurs demandes doivent être présentées avant le 1er janvier, qu'il est de leur intérêt même de se soumettre à cette règle, afin que la Commission ait tout le temps nécessaire pour faire son travail et pour recueillir auprès des personnes les plus compétentes, au besoin auprès d'eux-mêmes, les renseignements ou les explications qu'elle pourrait juger indispensables.

La Commission a donc examiné sans aucune exception les 107 demandes dont elle était saisie; elle n'a pas tardé à reconnaître que plusieurs d'entre elles avaient été formulées, sans même que leurs auteurs se fussent rendu compte des conditions, pourtant bien précises, attachées à l'attribution des subventions.

Si, parmi eux, il en est qui n'ont pas craint de demander pour leurs travaux la totalité de l'annuité, d'autres ont réclamé des encouragements inférieurs au minimum que le donateur lui-même avait fixé.

Une grande latitude avait été laissée aux concurrents pour le libellé et la rédaction de leurs demandes. Pourtant, il tombe sous le sens que ces demandes, réclamant l'appui de l'Académie pour une recherche scientifique, devaient par cela même faire connaître avec précision la nature et le but de cette recherche, ainsi que l'état actuel de la Science sur la question déterminée dont l'auteur voulait faire avancer la solution. Quelques-uns des concurrents se sont conformés à cette règle si simple; la plupart, il faut bien le dire, nous ont présenté leurs propositions sous la forme la plus incomplète et la plus défectueuse. Réclamer un appui pour des recherches sur les moteurs, sans rien préciser, laisser le choix à la Commission entre différents projets de recherche qu'on se déclare prêt à entreprendre suivant ses indications, élaborer un programme indéfini d'études, sur les hélices aériennes par exemple, en indiquant que la réalisation de ce programme aura lieu dans les limites de la subvention accordée, ce ne sont pas les meilleurs moyens pour obtenir la subvention désirée.

Ces critiques si sérieuses ne sont malheureusement pas les seules que nous ayons à formuler. Confiants sans doute dans l'unité de l'Institut, quelques-uns des concurrents nous ont demandé de leur venir en aide pour des études qui sortent entièrement du cadre de l'Académie. L'un d'eux voudrait être subventionné pour un glossaire étymologique du nord de la France; d'autres, très méritants et très honorablement connus du reste, sollicitent des subven-

tions pour des fouilles et des recherches archéologiques, qui seraient plutôt du ressort de l'Académie des Inscriptions. Il va sans dire qu'à l'unanimité votre Commission a décidé de rejeter ces propositions.

D'autres demandes, visant des recherches de Médecine, de Chirurgie ou de Biologie générale, ne pouvaient évidemment être écartées par cette fin de non-recevoir. Quelques-unes étaient très dignes d'examen, mais ici votre Commission s'est souvenue qu'il existe une institution, récemment fondée sur l'initiative de M. le sénateur Audiffred, la *Caisse des Recherches scientifiques*, institution disposant de ressources considérables dont la plus grosse part (plus de 100000^{fr}) est réservée exclusivement aux études biologiques. C'est donc à elle, nous a-t-il paru, que les médecins doivent s'adresser en premier lieu.

Il est un autre principe qui nous a guidés dans nos comparaisons. Si quelques-unes des demandes que nous avions à examiner émanent de travailleurs sans attache officielle, il faut reconnaître que, chez nous comme dans les autres pays, la plupart des chercheurs sont pourvus d'une chaire ou attachés à des titres divers à un établissement d'enseignement. Ces établissements et ces chaires n'ont pas tous la même dotation. Quelques-uns ont des ressources plus considérables. Il y a là des inégalités dont il nous a paru équitable de tenir compte. C'est ainsi que, si nous avons accueilli trois demandes présentées par des membres de la Faculté des Sciences, nous en avons réservé trois autres émanant de la même Faculté, non parce qu'elles étaient moins dignes de sympathie, mais parce que nous avons pensé que la Faculté elle-même pourrait leur donner satisfaction grâce aux fonds Commercy qui mettent à sa disposition dès cette année une somme considérable, dégagée à peu près de toute charge et de toute affectation.

Nous parlions tout à l'heure des demandes formulées par les travailleurs libres de toute attache. C'est à elles surtout que sont allées nos sympathies et il nous aurait été agréable d'encourager d'une manière toute particulière l'une au moins des propositions relatives à l'aviation, à l'aéronautique, à l'automobilisme, ces sciences vraiment modernes qui se partagent à la fois la faveur du public et des savants. Nous avons soumis les 15 demandes de cette catégorie à la Commission d'Aéronautique que l'Académie a instituée et qui examine chaque mois avec une attention si scrupuleuse toutes les Communications relatives à cet objet; à notre grand regret, et pour diverses raisons, aucune de ces 15 demandes n'a pu être retenue.

Après ces remarques générales destinées, si elles sont approuvées par

l'Académie, à fixer la jurisprudence de la Commission et à éclairer les concurrents des années suivantes, nous en arrivons aux propositions précises que la Commission a décidé de formuler cette année.

Elle vous propose d'accorder 10 subventions ainsi réparties :

1° Une subvention de 2000^{fr} à M. L. Blaringhem, chargé d'un cours de Biologie agricole à la Sorbonne.

Cette subvention lui permettra de continuer ses importantes études sur la variation des espèces et sur les procédés expérimentaux de création d'espèces végétales nouvelles.

La valeur de ces recherches est attestée par plusieurs de nos Confrères, MM. Van Tieghem, A. Giard, par d'autres encore; ils estiment non seulement qu'elles ont un grand intérêt théorique, mais encore qu'elles auront d'importantes applications pratiques. Rappelons à ce sujet que le cours professé à la Sorbonne par M. Blaringhem a été créé sur l'initiative et grâce à une subvention de l'Union des Brasseurs de France.

2° Une subvention de 2000^{fr} à M. Armand Billard, agrégé, docteur ès Sciences, préparateur au P. C. N., pour poursuivre les recherches sur les animaux de la classe des Hydroïdes, groupe qu'il étudie depuis 8 années, et en particulier pour aller examiner sur place la collection Lamouroux conservée à la Faculté des Sciences de Caen, ainsi que les collections analogues constituées en Angleterre. Cette demande est appuyée par MM. Giard, Perrier, Bouvier.

3° Une subvention de 2000^{fr} à M. Estanave, docteur ès Sciences, attaché au Secrétariat de la Faculté des Sciences, pour lui fournir les moyens de continuer ses recherches sur le relief en projection à vision directe, recherches qui lui ont déjà valu plus d'une récompense. M. Lippmann, qui le recommande chaudement, rappelle que M. Estanave a déjà présenté à l'Exposition de Milan une série d'épreuves stéréoscopiques obtenues à l'aide du procédé Ives perfectionné par lui. Notre Confrère attache un prix tout particulier à l'application que M. Estanave a faite de ces principes à la radiographie. M. Estanave a pu lui montrer la radiographie d'une boucle en fil de fer donnant un excellent relief. Cette application mérite d'être poursuivie, car elle est évidemment de nature à accroître notablement l'utilité et la portée des méthodes de radiographie.

4° Une subvention de 2500^{fr} à MM. Fabry et Buisson, tous deux professeurs à la Faculté des Sciences de Marseille, pour leur permettre de poursuivre les recherches commencées depuis plusieurs années et qui les ont conduits à des résultats de réelle portée : établissement d'un système

de repères de longueurs d'onde, précis et sans doute définitif, nouvelles propriétés de l'arc au Fer, construction du spectre du Fer, etc. La subvention leur serait accordée :

a. Pour acheter un réseau plan indispensable, celui qu'ils possèdent étant insuffisant et ne réfléchissant pas l'ultra-violet;

b. Pour l'acquisition d'un miroir concave de grand diamètre, en métal, devant être associé à un beau réseau de Rowland possédé par leur laboratoire;

c. Pour une étude approfondie des différences entre les longueurs d'ondes des raies du spectre solaire et de celles de l'arc électrique. Deux miroirs plans de bonne qualité seraient nécessaires.

5° Une subvention de 5000fr à M. Gonnessiat, directeur de l'Observatoire d'Alger, pour munir l'instrument méridien d'un micromètre à vis entraînée et à enregistrement automatique de Gautier, avec chronographe imprimant. Les premiers résultats obtenus avec ce nouvel instrument, à l'Observatoire de Paris, sous le regretté M. Lœwy, ont été tellement remarquables que le directeur actuel, M. Baillaud, n'a pas hésité à accueillir l'idée d'une entente entre les divers Observatoires français pour la formation d'un catalogue de haute précision. L'intérêt de ces recherches n'est pas douteux, et la réalisation d'un tel projet ferait le plus grand honneur à l'Astronomie française. L'Académie, qui avait accueilli cette demande avec grande faveur et l'avait présentée à la Commission des fonds Debrousse, a dû, à regret, la retirer devant l'insuffisance des ressources de cette fondation, et pour faire une place légitime aux demandes des autres Académies.

6° Une subvention de 2000fr à M. Loisel, docteur ès Sciences, météorologiste à l'Observatoire de Juvisy, pour lui permettre de poursuivre d'une manière continue des observations actinométriques, afin d'arriver à la détermination des quantités diurnes, mensuelles, annuelles, d'énergie solaire reçues à l'Observatoire de Juvisy. Des observations suivies de ce genre, entreprises en plusieurs stations, conduiraient sans nul doute à des résultats d'un grand intérêt pour la Physique du globe.

7° Une subvention de 2000fr à M. Dongier, chef du service de la climatologie et des instruments au Bureau central météorologique. M. Dongier désire entreprendre des études simultanées sur la pluie et le potentiel atmosphérique. Ces observations exigent l'établissement de dispositifs nouveaux et l'acquisition d'appareils qui ne font pas partie du matériel ordinaire de la Météorologie.

8° Une subvention de 2500fr à M. Perot, physicien à l'Observatoire de

Meudon, pour lui permettre d'entreprendre l'étude spectroscopique de la lumière émise par le Soleil à l'aide des phénomènes interférentiels produits par les lames argentées. L'étude systématique ainsi conduite mettra en évidence les causes, connues ou inconnues, qui peuvent modifier la longueur d'onde : vitesse radiale, pression, champ magnétique, etc.

9° Une subvention de 2000^{fr} à M. Matignon, le professeur nouvellement nommé au Collège de France. M. Matignon désire effectuer des déterminations de chaleurs spécifiques à température élevée, dans le but de connaître exactement les variations des chaleurs de réaction. Peu de travaux ont été faits dans cette direction si intéressante pour la Thermochimie et, d'autre part, les déterminations de ce genre exigent l'emploi d'appareils en platine d'un prix élevé.

10° Une subvention de 3000^{fr} au P. Colin, Correspondant de l'Académie, directeur de l'Observatoire de Tananarive, pour la publication d'une Carte de l'Imerina Sud, qui a été levée avec la collaboration du P. Rollet. Cette Carte reposera sur une triangulation exécutée à l'aide d'une subvention accordée antérieurement par le Bureau des Longitudes.

Le P. Colin demandait une subvention plus importante, 8000^{fr} à 10000^{fr}, en vue non seulement de construire cette Carte, mais encore de publier dix années d'observations faites de 1894 à 1904 à l'Observatoire de Tananarive. La Commission a eu le regret de ne pouvoir accorder cette subvention. Elle estime que son rôle, pas plus que celui de l'Académie, ne peut être de suppléer à l'insuffisance des ressources des services et des établissements. C'est en se plaçant à ce point de vue qu'elle a dû écarter deux demandes qui lui avaient été adressées pour construire ou pour développer l'outillage de deux observatoires situés dans deux de nos départements.

En résumé, la Commission propose d'accorder :

1° 2000^{fr} à M. L. Blaringhem;
2° 2000^{fr} à M. A. Billard;
3° 2000^{fr} à M. Estanave;
4° 2500^{fr} à MM. Fabry et Buisson;
5° 5000^{fr} à M. Gonnessiat;
6° 2000^{fr} à M. Loisel;
7° 2000^{fr} à M. Dongier;
8° 2500^{fr} à M. Perot;
9° 2000^{fr} à M. Matignon;
10° 3000^{fr} au P. Colin;

et de rappeler, à tous les bénéficiaires, les conditions auxquelles ils devront se conformer pour justifier la confiance de l'Académie et remplir les intentions élevées qui ont guidé notre Confrère, le Prince Roland Bonaparte, lorsqu'il nous a confié la mission de répartir sa libéralité.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

POUR LES ANNÉES 1910, 1911, 1912, 1913 ET 1914. (*)

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget : 3000fr.)

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1910, la question suivante :

On sait trouver tous les systèmes de deux fonctions méromorphes dans le plan d'une variable complexe et liées par une relation algébrique. Une question analogue se pose pour un système de trois fonctions uniformes de deux

(*) Les concours de 1909 étant clos le 31 décembre 1908, la liste des prix proposés pour 1909, publiée dans le précédent programme, n'a pas été rappelée.

variables complexes, ayant partout à distance finie le caractère d'une fonction rationnelle et liées par une relation algébrique.

L'Académie demande, à défaut d'une solution complète du problème, d'indiquer des exemples conduisant à des classes de transcendantes nouvelles.

PRIX FRANCOEUR (1000fr).

Ce prix *annuel* sera décerné à l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des *Sciences mathématiques pures et appliquées.*

PRIX PONCELET (2000fr).

Ce prix *annuel*, fondé par Mme Poncelet, est destiné à récompenser alternativement l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Une donation spéciale de Mme Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

Le prix Poncelet sera décerné en 1910 à un *Ouvrage sur les Mathématiques pures.*

PRIX BORDIN (3000fr).

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie met au concours, pour l'année 1911, la question suivante :

Perfectionner en un point important la théorie des systèmes triples de surfaces orthogonales.

L'Académie désire des méthodes permettant d'ajouter à la liste des systèmes triples déjà connus. Elle attacherait un prix particulier à la découverte des systèmes triples algébriques les plus simples.

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON (700fr).

Ce prix *annuel* est fondé en faveur de « celui qui, au jugement de l'Aca-
» démie, s'en sera rendu le plus digne, *en inventant ou en perfectionnant*
» *des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques ou*
» *des Sciences* ».

PRIX FOURNEYRON (1000fr).

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1910, la question suivante :

Étude expérimentale et théorique des effets des coups de bélier dans les tuyaux élastiques.

PRIX PONCELET (2000fr).

Prix annuel décerné alternativement à un Ouvrage sur les Mathématiques pures ou sur les Mathématiques appliquées (*voir* p. 1215).

Le prix Poncelet sera décerné en 1911 à un *Ouvrage sur les Mathématiques appliquées.*

PRIX VAILLANT (4000fr).

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie met au concours, pour l'année 1911, la question suivante :

Perfectionner en quelque point l'étude du mouvement d'un ellipsoïde dans un liquide indéfini, en ayant égard à la viscosité du liquide.

PRIX BOILEAU (1300fr).

Ce prix *triennal* est destiné à récompenser les *recherches sur les mouvements des fluides, jugées suffisantes pour contribuer au progrès de l'Hydraulique*.

A défaut, la rente triennale échue sera donnée, à titre d'encouragement, à un savant estimé de l'Académie et choisi parmi ceux qui sont notoirement sans fortune.

L'Académie décernera le prix Boileau dans sa séance annuelle de 1912.

NAVIGATION.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROÎTRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle.

PRIX PLUMEY (4000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser « *l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à vapeur* ».

ASTRONOMIE.

PRIX PIERRE GUZMAN (100 000fr).

Mme veuve *Guzman* a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix qui portera le nom de *prix Pierre Guzman*, en souvenir de son fils, et sera décerné à celui qui aura trouvé le moyen de communiquer avec un astre autre que la planète Mars.

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne serait pas décerné tout de suite, la fondatrice a voulu, jusqu'à ce que ce prix fût gagné, que les intérêts du capital, cumulés pendant cinq années, formassent un prix, toujours sous le nom de *Pierre Guzman*, qui serait décerné à un savant français, ou étranger, qui aurait fait faire un progrès important à l'Astronomie.

Le prix *quinquennal*, représenté par les intérêts du capital, sera décerné, s'il y a lieu, en 1910.

PRIX LALANDE (540fr).

Ce prix *annuel* doit être attribué à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile aux progrès de l'Astronomie.

PRIX VALZ (460fr).

Ce prix *annuel* est décerné à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

PRIX JANSSEN.

Ce prix *biennal*, qui consiste en une médaille d'or destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique, sera décerné en 1910.

M. Janssen, dont la carrière a été presque entièrement consacrée aux progrès de l'Astronomie physique, considérant que cette science n'a pas à l'Académie de prix qui lui soit spécialement affecté, a voulu combler cette lacune.

PRIX G. DE PONTÉCOULANT (700fr).

Ce prix *biennal*, destiné à encourager les recherches de *Mécanique céleste*, sera décerné dans la séance publique annuelle de 1911.

PRIX DAMOISEAU (2000fr).

Prix triennal à sujet variable.

L'Académie met au concours, pour l'année 1911, la question suivante :

« Perfectionner les *Tables de Jupiter* de Le Verrier ».

GÉOGRAPHIE.

PRIX TCHIHATCHEF (3000fr).

M. Pierre de Tchihatchef a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Dans son testament, M. de Tchihatchef stipule ce qui suit :

« Les intérêts de cette somme sont destinés à offrir *annuellement une* » *récompense ou un encouragement aux naturalistes* de *toute nationalité* qui » se seront le plus distingués dans l'exploration du continent asiatique » (ou îles limitrophes), notamment des régions les moins connues et, en » conséquence, à l'exclusion des contrées suivantes : Indes britanniques, » Sibérie proprement dite, Asie Mineure et Syrie, contrées déjà plus ou » moins explorées.

» Les explorations devront avoir pour objet une branche quelconque » des *Sciences naturelles, physiques* ou *mathématiques*.

» Seront exclus les travaux ayant rapport aux autres sciences, telles » que : Archéologie, Histoire, Ethnographie, Philologie, etc.

» Il est bien entendu que les travaux récompensés ou encouragés » devront être le fruit d'observations faites sur les lieux mêmes, et non des » œuvres de simple érudition. »

PRIX BINOUX (2000^{fr}).

Ce prix *biennal*, destiné à récompenser l'auteur de travaux sur la *Géographie* ou la *Navigation*, sera décerné dans la Séance publique annuelle de 1910.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU (1000^{fr}).

Ce prix *biennal* sera décerné en 1910 « *au voyageur français ou au savant* » *qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France ou à la* » *Science* ».

PRIX GAY (1500^{fr}).

Prix annuel à sujet variable.

(Question posée pour l'année 1910.)

Recherches de Zoologie et d'Anthropologie dans l'Amérique du Sud et notamment dans la région des Andes.

(Question posée pour l'année 1911.)

Étudier au point de vue géologique une de nos colonies africaines (*Algérie et Tunisie exceptées*).

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT (1000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser l'auteur du meilleur Traité ou de la plus utile découverte pour la vulgarisation et l'emploi pratique de l'Électricité.

PRIX HUGHES (2500fr).

Ce prix *annuel*, dû à la libéralité du physicien Hughes, est destiné à récompenser l'auteur d'une découverte ou de travaux qui auront le plus contribué au progrès de la Physique.

PRIX KASTNER-BOURSAULT (2000fr).

Ce prix *triennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1910, à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

PRIX GASTON PLANTÉ (3000fr).

Ce prix *biennal* est réservé à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité. L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, en 1911.

PRIX L. LA CAZE (10000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, dans la séance publique de 1911, à l'auteur, français ou étranger, des Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Physique. Il ne pourra être partagé.

CHIMIE.

PRIX JECKER (10000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser les travaux les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique*.

PRIX CAHOURS (3000fr).

M. Auguste Cahours a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Conformément aux vœux du testateur, les intérêts de cette somme seront distribués *chaque année*, à titre d'encouragement, à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Un prix de 2500fr et une mention de 1500fr.)

Il sera décerné chaque année un prix et une mention aux auteurs qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les récompenses dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

PRIX BERTHELOT (500fr).

Ce prix *biennal*, attribué à des recherches de *Synthèse chimique*, sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique de 1910.

PRIX ALHUMBERT (1000fr).

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour sujet de ce prix *quinquennal* à décerner en 1910, la question suivante :

Étude expérimentale sur les propriétés électriques des alliages métalliques.

PRIX L. LA CAZE (10000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, dans la séance publique de 1911, à l'auteur, français ou étranger, des meilleurs travaux sur la Chimie. Il ne pourra pas être partagé.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX DELESSE (1400fr).

Ce prix *biennal*, fondé par Mme Vve Delesse, sera décerné dans la séance publique de l'année 1909, à l'auteur, français ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques, ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

PRIX FONTANNES (2000^{fr}).

Ce prix *triennal*, attribué *à l'auteur de la meilleur publication paléontologique*, sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique de 1911.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES (1600^{fr}).

Ce prix *annuel* est attribué « à l'auteur, français ou étranger, du meil-
» leur ou du plus utile écrit, publié dans le courant de l'année précédente,
» sur tout ou partie de la *Cryptogamie* ».

PRIX MONTAGNE (1500^{fr}).

M. C. Montagne, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie la totalité de ses biens, à charge par elle de distribuer chaque année, sur les arrérages de la fondation, un prix de 1500^{fr} ou deux prix : l'un de 1000^{fr}, l'autre de 500^{fr}, au choix de la *Section de Botanique*, aux auteurs, français ou naturalisés français, de travaux importants ayant pour objet *l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieurs* (Thallophytes et Muscinées).

PRIX DE COINCY (900^{fr}).

M. A.-H. Cornut de Lafontaine de Coincy a légué à l'Académie des Sciences une somme de 30000^{fr}, à la charge par elle de fonder un prix *pour être donné chaque année* à l'auteur d'un *Ouvrage de Phanérogamie* écrit en latin ou en français.

PRIX DE LA FONS-MÉLICOCQ (900^{fr}).

Ce prix *triennal* sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance annuelle de 1910, « au meilleur *Ouvrage de Botanique*, manuscrit ou imprimé, *sur* » *le nord de la France*, c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du Pas-* » *de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne* ».

PRIX BORDIN (3000^{fr}).

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1910, la question suivante :

Étudier l'origine, le développement et la disparition des tissus transitoires qui peuvent entrer à diverses époques dans la structure du corps végétatif des plantes vasculaires. Préciser, dans chaque cas particulier, le rôle éphémère du tissu considéré.

PRIX THORE (200^{fr}).

Ce prix *annuel* est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe (*voir* p. 1226.)

Il sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance annuelle de 1911, au meilleur travail sur les *Cryptogames cellulaires d'Europe*.

ÉCONOMIE RURALE.

PRIX BIGOT DE MOROGUES (1700^{fr}).

Ce prix *décennal* sera décerné, dans la séance annuelle de 1913, à l'*Ouvrage qui aura fait faire le plus de progrès à l'Agriculture en France*.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY (1500fr).

Ce prix *annuel*, fondé par Mlle Letellier pour perpétuer le souvenir de Le Lorgne de Savigny, ancien Membre de l'Institut de France et de l'Institut d'Égypte, *sera employé à aider les jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans vertèbres de l'Égypte et de la Syrie.*

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget : 3000fr.)

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie met au concours, pour l'année 1911, la question suivante :

Étude morphogénique des caractères d'adaptation à la vie arboricole chez les Vertébrés.

PRIX DA GAMA MACHADO (1200fr).

Ce prix *triennal*, attribué aux meilleurs Mémoires *sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1912.

PRIX THORE (200fr).

Voir page 1225.

Ce prix alternatif sera décerné, s'il y a lieu, en 1910, au meilleur travail *sur les mœurs et l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.*

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Prix de 2500^fr, mentions de 1500^fr.)

Conformément au testament de M. A. de Montyon, il sera décerné, tous les ans, un ou plusieurs prix aux auteurs des Ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des *découvertes* et *inventions* propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

PRIX BARBIER (2000^fr).

Ce prix *annuel* est attribué à « l'auteur d'une découverte précieuse dans » les *Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique*, et dans la *Botanique* » *ayant rapport à l'art de guérir* ».

PRIX BRÉANT (100 000^fr).

M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé » le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes » de ce terrible fléau ».

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix fût gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres, ou ce qui les occasionne.

PRIX GODARD (1000fr).

Ce prix *annuel* sera donné au meilleur Mémoire *sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.*

PRIX DU BARON LARREY (750fr).

Ce prix *annuel* sera décerné à *un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer* pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant *un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.*

PRIX BELLION (1400fr).

Ce prix *annuel*, fondé par Mlle Foehr, sera décerné aux savants « *qui*
» *auront écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la*
» *santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine* ».

PRIX MÈGE (10000fr).

Le Dr Jean-Baptiste Mège a légué à l'Académie « *dix mille francs à donner*
» *en prix à l'auteur qui aura continué et complété son Essai sur les causes qui*
» *ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine, depuis la plus haute anti-*
» *quité jusqu'à nos jours.*

» L'Académie des Sciences pourra disposer en encouragements des inté-
» rêts de cette somme jusqu'à ce qu'elle pense devoir décerner le prix. »

PRIX DUSGATE (2500fr).

Ce prix *quinquennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1910, à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

PRIX CHAUSSIER (10000fr).

Ce prix sera décerné *tous les quatre ans* au meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant cette période quadriennale, *soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique*, et aura contribué à leur avancement.

L'Académie décernera le prix Chaussier en 1911.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (750fr).

L'Académie décernera *annuellement* ce prix de *Physiologie expérimentale* à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra répondre le mieux aux vues du fondateur.

PRIX PHILIPEAUX (900fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser des travaux de *Physiologie expérimentale*.

PRIX LALLEMAND (1800fr).

Ce prix *annuel* est destiné à « récompenser ou encourager *les travaux relatifs au système nerveux*, dans la plus large acception des mots ».

PRIX MARTIN-DAMOURETTE (1400fr).

Ce prix *biennal*, destiné à récompenser l'auteur d'un Ouvrage *de Physiologie thérapeutique*, sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique annuelle de 1910.

PRIX POURAT (1000fr).

(Question proposée pour l'année 1910.)

Action qu'exercent les rayons X et les rayons du radium sur le développement et la nutrition des cellules vivantes.

(Question proposée pour l'année 1911.)

Influence des éléments minéraux et en particulier du calcium sur l'activité des diastases digestives.

PRIX L. LA CAZE (10000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, dans la séance publique de 1911, *à l'auteur, français ou étranger, du meilleur travail sur la Physiologie*. Il ne pourra pas être partagé.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

(Un prix de 1000fr et une mention de 500fr.)

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique*, celui qui, à son jugement, contiendra les recherches les plus utiles sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce concours annuel les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à sa connaissance.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX (2000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser l'auteur de travaux sur *l'Histoire des Sciences*.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO.

Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

MÉDAILLE LAVOISIER.

Cette médaille sera décernée par l'Académie, aux époques que son Bureau jugera opportunes et sur sa proposition, aux savants qui auront rendu à la Chimie des services éminents, sans distinction de nationalité.

Dans le cas où les arrérages accumulés dépasseraient le revenu de deux années, le surplus pourrait être attribué, par la Commission administrative, à des recherches ou à des publications originales relatives à la Chimie.

MÉDAILLE BERTHELOT.

Chaque année, sur la proposition de son Bureau, l'Académie décernera un certain nombre de « Médailles Berthelot » aux savants qui auront obtenu, cette année-là, des prix de Chimie; à chaque Médaille sera joint un exemplaire de l'Ouvrage intitulé : *La Synthèse chimique*.

PRIX GEGNER (3800fr).

Ce prix *annuel* est destiné « à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des Sciences positives ».

PRIX LANNELONGUE (2000fr).

Ce prix *annuel*, fondé par M. le professeur Lannelongue, Membre de l'Institut, sera donné, *au choix de l'Académie et sur la proposition de sa Commission administrative, à une ou deux personnes au plus, dans l'infortune, appartenant elles-mêmes ou par leur mariage, ou par leurs père et mère, au monde scientifique, et de préférence au milieu scientifique médical.*

PRIX TRÉMONT (1100fr).

Ce prix *annuel* est destiné « à aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

PRIX WILDE.

(Un prix de 4000fr ou deux prix de 2000fr.)

M. Henry Wilde a fait donation à l'Académie d'une somme de *cent trente-sept mille cinq cents francs*. Les arrérages de cette somme sont consacrés à la fondation à perpétuité d'un prix *annuel* qui porte le nom de *Prix Wilde*.

L'Académie, aux termes de cette donation, a la faculté de décerner, au lieu d'un seul prix de *quatre mille francs*, deux prix de *deux mille francs* chacun.

Ce prix est décerné chaque année par l'Académie des Sciences, sans distinction de nationalité, à la personne dont la découverte ou l'Ouvrage sur l'*Astronomie*, la *Physique*, la *Chimie*, la *Minéralogie*, la *Géologie* ou la

Mécanique expérimentale aura été jugé par l'Académie le plus digne de récompense, soit que cette découverte ou cet Ouvrage ait été fait dans l'année même, soit qu'il remonte à une autre année antérieure ou postérieure à la donation.

PRIX LONCHAMPT (4000fr).

Ce nouveau prix *annuel*, fondé par M. Irénée Lonchampt, en vertu de son testament olographe du 19 mai 1896, est destiné à récompenser l'auteur du meilleur Mémoire qui sera présenté à l'Académie *sur les maladies de l'homme, des animaux et des plantes, au point de vue plus spécial de l'introduction des substances minérales en excès comme cause de ces maladies.*

PRIX SAINTOUR (3000fr).

Ce prix *annuel* est décerné par l'Académie dans l'intérêt des Sciences.

PRIX VICTOR RAULIN (1500fr).

Prix *annuel* à sujets alternatifs.

Par un acte en date du 14 août 1905, les héritiers de M. Victor Raulin, en son vivant professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, ont fait don à l'Académie d'une somme de *quinze cents francs* de rente pour fonder un « prix annuel à sujets alternatifs », devant être « attribué à des Français », dans les conditions suivantes :

Le prix Victor Raulin « a pour but de faciliter la publication de travaux » relatifs aux Sciences naturelles suivantes : 1° *Géologie et Paléontologie ;* » 2° *Minéralogie et Pétrographie ;* 3° *Météorologie et Physique du Globe.*

» Il sera attribué au travail manuscrit, ou imprimé depuis l'attribution du » prix à un travail sur la même branche, qui sera jugé le plus digne, et ne » sera délivré à l'attributaire qu'après la remise par lui à l'Académie d'un » exemplaire imprimé (textes et planches) ; si le travail primé était manus- » crit au moment de l'attribution du prix, l'édition portera dans son titre » la mention : « *Académie des Sciences. Prix Victor Raulin.* »

» Celle des trois Sciences précitées à laquelle aura trait le travail primé » sera déterminée chaque année par l'Académie, sous la seule condition » que pour chaque période de huit années consécutives, dont la première » commencera à la fondation du prix, quatre prix seront afférents à la » Géologie et deux à chacune des deux autres Sciences. »

L'Académie décernera le prix Victor Raulin, en 1910, à un travail sur le troisième sujet : *Météorologie et Physique du Globe.*

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Ce prix, qui consiste dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, est décerné, *chaque année*, au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

PRIX FÉLIX RIVOT (2500fr).

Ce prix *annuel* sera partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les nos 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

PRIX LECONTE (50000fr).

Ce prix doit être donné, *en un seul prix, tous les trois ans, sans préférence de nationalité :*

1° Aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en *Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales ;*

2° Aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

L'Académie décernera le prix Leconte, s'il y a lieu, en 1910.

PRIX HOULLEVIGUE (5000fr).

Ce prix est décerné à tour de rôle par l'Académie des Sciences et par l'Académie des Beaux-Arts.

L'Académie le décernera, en 1910, dans l'intérêt des Sciences.

PRIX CAMÉRÉ (4000fr).

Ce nouveau prix *biennal*, fondé par Mme Vve Caméré, en souvenir et pour perpétuer la mémoire de son mari, ne pourra être donné qu'*à un ingénieur français, qu'il soit ingénieur des Mines, des Ponts et Chaussées ou ingénieur civil, ayant personnellement conçu, étudié et réalisé un travail quelconque dont l'usage aura entraîné un progrès dans l'art de construire*.

Ce prix sera décerné pour la première fois, s'il y a lieu, en 1910.

PRIX JÉROME PONTI (3500fr).

Ce prix *biennal* sera accordé, en 1910, *à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science*.

PRIX PETIT D'ORMOY.

(Deux prix de 10 000fr.)

L'Académie a décidé que, sur les fonds produits par le legs Petit d'Ormoy, elle décernera *tous les deux ans* un prix de *dix mille francs* pour *les Sciences mathématiques pures ou appliquées*, et un prix de *dix mille francs* pour *les Sciences naturelles*. Elle décernera les prix Petit d'Ormoy, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1911.

PRIX PIERSON-PERRIN (5000fr).

Ce nouveau prix *biennal*, destiné à récompenser le Français qui aura fait la plus belle découverte physique, telle que la direction des ballons, sera décerné, pour la deuxième fois, à la séance annuelle de 1911.

PRIX SERRES (7500fr).

Ce prix *triennal « destiné à récompenser des travaux sur l'Embryologie » générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine »* sera décerné en 1911 par l'Académie au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

PRIX JEAN REYNAUD (10000fr).

Mme Vve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français, de la somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un *prix annuel* qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre originale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.

» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du concours.

» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun » Ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera » délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Jean Reynaud dans sa séance publique de l'année 1911.

PRIX DU BARON DE JOEST (2000fr).

Ce prix, décerné successivement par les cinq Académies, est attribué à celui qui, dans l'année, *aura fait la découverte ou écrit l'Ouvrage le plus utile au bien public*. Il sera décerné par l'Académie des Sciences dans sa séance publique de 1911.

PRIX CUVIER (1500fr).

Ce prix *biennal*, attribué à l'Ouvrage le plus remarquable sur *la Paléontologie zoologique*, *l'Anatomie comparée* ou *la Zoologie*, sera décerné, *dans la séance annuelle de* 1911, à l'Ouvrage qui remplira les conditions du concours, et qui aura paru depuis le 1er janvier 1909.

PRIX PARKIN (3400fr).

Ce prix *triennal* est destiné à récompenser des recherches sur les sujets suivants :

« 1° *Sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus par-*
» *ticulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique, dans le cho-*
» *léra, les différentes formes de fièvre et autres maladies ;*

» 2° *Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies*
» *épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle des*
» *ouragans et des perturbations atmosphériques anormales.* »

Le testateur stipule :

« 1° Que les recherches devront être écrites en français, en allemand
» ou en italien ;

» 2° Que l'auteur du meilleur travail publiera ses recherches à ses pro-
» pres frais et en présentera un exemplaire à l'Académie dans les trois
» mois qui suivront l'attribution du prix ;

« Chaque troisième et sixième année, le prix sera décerné à un tra-
» vail relatif au premier desdits sujets, et chaque neuvième année à un
» travail sur le dernier desdits sujets. »

L'Académie ayant décerné pour la première fois ce prix en 1897, attribuera ce prix triennal, en l'année 1912, *à un travail sur le dernier desdits sujets,* conformément au vœu du testateur.

PRIX ESTRADE-DELCROS (8000fr).

M. Estrade-Delcros a légué toute sa fortune à l'Institut. Conformément à la volonté du testateur, ce legs a été partagé, par portions égales, entre les cinq classes de l'Institut, pour servir à décerner, *tous les cinq ans*, un prix sur *le sujet que choisira chaque Académie*.

Ce prix ne peut être partagé. Il sera décerné par l'Académie des Sciences, dans sa séance publique de 1913.

PRIX JEAN-JACQUES BERGER (15000fr).

Le prix Jean-Jacques Berger est décerné successivement par les cinq Académies à l'Œuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris; il sera décerné, par l'Académie des Sciences, en 1914.

Conditions :

— Les concurrents devront justifier de leur qualité de Français.

— Le prix sera toujours décerné intégralement.

— Si le prix n'est pas décerné, des encouragements pourront être accordés.

— Aucun programme n'est imposé : les Œuvres ressortissant à l'Académie décernant le prix seront seules admises au Concours.

FONDS BONAPARTE.

L'Académie rappelle que le prince Roland Bonaparte, par une lettre en date du 29 février 1908, publiée dans les *Comptes rendus* de la séance du 2 mars, a déclaré vouloir mettre à la disposition de l'Académie des Sciences, pour l'encouragement des *recherches scientifiques* parmi les travailleurs n'appartenant pas à cette Compagnie, quatre annuités de vingt-cinq mille francs.

Ces subventions ont exclusivement pour but de provoquer des découvertes en

facilitant la tâche de chercheurs qui auraient déjà fait leurs preuves en des travaux originaux et qui manqueraient des ressources suffisantes pour entreprendre ou poursuivre leurs investigations.

L'attribution de la première annuité a déjà été faite par l'Académie sur le Rapport d'une Commission spéciale, inséré aux *Comptes rendus* des Séances de l'Académie des Sciences à la date du 29 juin 1908 (réimprimé ci-dessus, p. 1208), Rapport auquel les concurrents sont invités à se reporter et où ils trouveront des indications pour la rédaction, l'exposé et la date de leur demande.

L'attribution des trois annuités suivantes sera faite par l'Académie tout entière, sur le Rapport de la Commission, et aura lieu aux dates suivantes :

15 juillet 1909,
15 juillet 1910,
15 juillet 1911.

Aucune subvention ne devra être inférieure à deux mille francs.

Conformément aux dispositions arrêtées dans le Comité secret du 2 mars 1908, les personnes qui désireraient recevoir une part de ces subventions devront se conformer aux conditions suivantes :

Les demandes de subvention, qui peuvent être présentées par les candidats, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un Membre de l'Académie, devront être adressées à l'Académie, **chaque année, avant le 1er janvier**.

Ces demandes devront contenir un **exposé précis** *des travaux pour lesquels la subvention est demandée et indiquer la somme jugée nécessaire pour les réaliser.*

Les bénéficiaires de subventions devront adresser, dans les 12 mois, à l'Académie un Rapport succinct, relatif à la manière dont ils auront employé les ressources mises à leur disposition et aux résultats qu'ils auront obtenus.

Tout bénéficiaire qui n'aurait pas fourni de Rapport dans les délais voulus sera exclu du droit de recevoir de nouvelles subventions.

La primeur des découvertes, sous quelque forme que ce soit, sera réservée à l'Académie. La non-observation de cette clause entraînerait pour l'auteur la perte du droit de recevoir de nouvelles subventions.

CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les pièces manuscrites ou imprimées destinées aux divers concours de l'Académie des Sciences doivent être directement adressées par les auteurs au Secrétariat de l'Institut, avec une lettre constatant l'envoi et indiquant le concours pour lequel elles sont présentées.

Les Ouvrages imprimés doivent être envoyés au nombre de deux exemplaires.

Les manuscrits doivent être écrits en français.

Par une mesure générale, l'Académie a décidé que la clôture de tous les concours aura lieu le 31 décembre de l'année qui précède celle où le concours doit être jugé.

Il ne sera tenu aucun compte des demandes ou des écrits envoyés après cette date, alors même que les envois seraient regardés par leurs auteurs comme des additions, ou des compléments, ou des rectifications à un travail qu'ils auraient adressé dans les délais de rigueur.

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages ou Mémoires envoyés aux concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Le même Ouvrage ne pourra pas être présenté, la même année, aux concours de deux Académies de l'Institut.

L'Académie se réserve d'examiner, sans aucune condition de candidature, les titres des savants qui pourraient mériter des prix généraux.

Le montant des sommes annoncées pour les prix n'est donné qu'à titre d'indication subordonnée aux variations du revenu des fondations.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE, s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses*, des *encouragements* ou des *mentions*, n'ont pas droit à ce titre.

Nota. — L'Académie a supprimé, depuis l'année 1902, la formalité qui rendait *obligatoire* l'anonymat pour certains concours, avec dépôt d'un pli cacheté contenant le nom de l'auteur. Cette formalité est devenue *facultative*.

LECTURES.

M. **PH. VAN TIEGHEM**, Secrétaire perpétuel, lit une Notice sur la vie et les travaux de **PIERRE DUCHARTRE**, Membre de la Section de Botanique.

G. D. et Ph. v. T.

TABLEAUX

DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 7 DÉCEMBRE 1908.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1908.

CHIMIE.

BOTANIQUE.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PHYSIOLOGIE.

STATISTIQUE.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX PROPOSÉS

pour les années 1910, 1911, 1912, 1913 *et* 1914.

GÉOMÉTRIE.

MÉCANIQUE.

NAVIGATION.

ASTRONOMIE.

GÉOGRAPHIE.

PHYSIQUE.

CHIMIE.

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1910, 1911, 1912, 1913, 1914 ET 1915

1910

GÉOMÉTRIE.

Grand prix des Sciences mathématiques. — On sait trouver tous les systèmes de deux fonctions méromorphes dans le plan d'une variable complexe et liées par une relation algébrique. Une question analogue se pose pour un système de trois fonctions uniformes de deux variables complexes, ayant partout à distance finie le caractère d'une fonction rationnelle et liées par une relation algébrique.

L'Académie demande, à défaut d'une solution complète du problème, d'indiquer des exemples conduisant à des classes de transcendantes nouvelles.

Prix Francœur. — Découvertes ou travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

Prix Poncelet. — Ce prix alternatif sera attribué à un Ouvrage sur les Mathématiques pures.

MÉCANIQUE.

Prix Montyon.

Prix Fourneyron. — Étude expérimentale et théorique des effets des coups de bélier dans les tuyaux élastiques.

NAVIGATION.

Prix extraordinaire de six mille francs. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

Prix Plumey. — Décerné à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué aux progrès de la navigation à vapeur.

ASTRONOMIE.

Prix Pierre Guzman. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de communiquer avec un astre autre que Mars.

A défaut de ce prix, les intérêts cumulés pendant cinq ans seront attribués, en 1910, à un savant qui aura fait faire un progrès important à l'Astronomie.

Prix Lalande.

Prix Valz.

Prix Janssen. — Une médaille d'or destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique.

GÉOGRAPHIE.

Prix Tchihatchef. — Destiné aux naturalistes de toute nationalité qui auront fait, sur le continent asiatique (ou îles limitrophes), des explorations ayant pour objet une branche quelconque des Sciences naturelles, physiques ou mathématiques.

Prix Binoux.

Prix Delalande-Guérineau.

Prix Gay. — Recherches de Zoologie et d'Anthropologie dans l'Amérique du Sud et notamment dans la région des Andes.

PHYSIQUE.

Prix Hébert. — Décerné à l'auteur du meilleur traité ou de la plus utile découverte pour la vulgarisation et l'emploi pratique de l'Électricité.

Prix Hughes. — Décerné à l'auteur d'une découverte ou de travaux qui auront le plus contribué aux progrès de la Physique.

PRIX KASTNER-BOURSAULT. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

CHIMIE.

PRIX JECKER. — Chimie organique.
PRIX CAHOURS.
PRIX MONTYON. — Arts insalubres.
PRIX BERTHELOT. — Attribué à des travaux de Synthèse chimique.
PRIX ALHUMBERT. — Étude expérimentale sur les propriétés électriques des alliages métalliques.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX DELESSE. — Décerné à l'auteur, français ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.
PRIX MONTAGNE. — Décerné aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'Anatomie, la Physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieurs.
PRIX DE COINCY. — Décerné à un Ouvrage de Phanérogamie écrit en latin ou en français.
PRIX DE LA FONS-MELICOCQ. — Décerné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France, c'est-à-dire sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne.
PRIX BORDIN. — Étudier l'origine, le développement et la disparition des tissus transitoires qui peuvent entrer à diverses époques dans la structure du corps végétatif des plantes vasculaires. Préciser, dans chaque cas particulier, le rôle éphémère du tissu considéré.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY, fondé par Mlle Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans vertèbres de l'Égypte et de la Syrie.
PRIX THORE (Zoologie).

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.
PRIX BARBIER. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.
PRIX BRÉANT. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.
PRIX GODARD. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.
PRIX DU BARON LARREY. — Sera décerné à un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.
PRIX BELLION, fondé par Mlle Foehr. — Décerné à celui qui aura écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine.
PRIX MÈGE. — Décerné à celui qui aura continué et complété l'essai du Dr Mège sur les causes qui ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine.
PRIX DUSGATE. — Décerné au meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON. — Physiologie expérimentale.
PRIX PHILIPEAUX. — Physiologie expérimentale.
PRIX LALLEMAND. — Destiné à récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots.
PRIX MARTIN-DAMOURETTE. — Physiologie thérapeutique.
PRIX POURAT. — Action qu'exercent les rayons X et les rayons du radium sur le développement et la nutrition des cellules vivantes.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO. — Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

Médaille Lavoisier. — Cette médaille sera décernée par l'Académie tout entière, aux époques que son Bureau jugera opportunes et sur sa proposition, aux savants qui auront rendu à la Chimie des services éminents, sans distinction de nationalité.

Médaille Berthelot. — Attribuée, sur la proposition du Bureau de l'Académie, à des lauréats de prix de Chimie.

Prix Gegner. — Destiné à soutenir un savant qui se sera distingué par des travaux sérieux poursuivis en faveur du progrès des Sciences positives.

Prix Lannelongue. — Donné pour un but utile, de préférence toutefois pour une œuvre humanitaire d'assistance.

Prix Trémont. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

Prix H. Wilde.

Prix Longchampt.

Prix Saintour.

Prix Victor Raulin.

Prix Laplace. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Prix Rivot. — Partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les nos 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

Prix Leconte. — Décerné : 1° aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales; 2° aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

Prix Houllevigue.

Prix Cahours.

Prix Jérôme Ponti.

1911

Prix Bordin. — L'Académie met au concours, pour l'année 1911, la question suivante :

Perfectionner en un point important la théorie des systèmes triples de surfaces orthogonales.

L'Académie désire des méthodes permettant d'ajouter à la liste des systèmes triples déjà connus. Elle attacherait un prix particulier à la découverte des systèmes triples algébriques les plus simples.

Prix Poncelet. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile au progrès des Sciences mathématiques appliquées.

Prix Vaillant. — Perfectionner, en quelque point, l'étude du mouvement d'un ellipsoïde dans un liquide indéfini, en ayant égard à la viscosité du liquide.

Prix G. de Pontécoulant. — Mécanique céleste.

Prix Damoiseau. — *Perfectionner les Tables de Jupiter de Le Verrier.*

Prix Gay. — Étudier au point de vue géologique une de nos colonies africaines (Algérie et Tunisie exceptées).

Prix Gaston Planté. — Destiné à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité.

Prix La Caze. — Décerné aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Physique et de la Chimie.

Prix Fontannes. — Ce prix sera décerné à l'auteur de la meilleure publication paléontologique.

Prix Thore. — Botanique.

Grand prix des Sciences physiques. — Étude morphogénique des caractères d'adaptation à la vie arboricole chez les Vertébrés.

Prix Chaussier. — Décerné à l'auteur du meilleur Ouvrage, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique, qui aura paru pendant les quatre années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Prix Pourat. — *Influence des éléments minéraux et en particulier du calcium sur l'activité des diastases digestives.*

Prix La Caze. — Décerné aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Physiologie.

Prix Binoux. — Histoire des Sciences.

Prix Petit d'Ormoy. — Sciences mathématiques pures ou appliquées et Sciences naturelles.

Prix Pierson-Perrin. — Décerné au Français qui aura fait la plus belle découverte physique.

Prix Serres. — Décerné au meilleur Ouvrage sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

Prix Jean Reynaud. — Décerné à l'auteur du travail le plus méritant qui se sera produit pendant une période de cinq ans.

Prix du baron de Joest. — Décerné à celui qui, dans l'année, aura fait la découverte ou écrit l'Ouvrage le plus utile au bien public.

Prix Cuvier. — Destiné à récompenser l'auteur de l'Ouvrage le plus remarquable sur la Paléontologie zoologique, l'Anatomie comparée ou la Zoologie.

1912

PRIX BOILEAU. — Hydraulique.

PRIX DA GAMA MACHADO. — Décerné aux meilleurs Mémoires sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

PRIX PARKIN. — Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle des ouragans et des perturbations atmosphériques anormales.

1913

PRIX BIGOT DE MOROGUES. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage qui aura fait faire le plus de progrès à l'Agriculture en France.

PRIX ESTRADE-DELCROS.

1914

PRIX J.-J. BERGER. — Décerné à l'œuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris.

1915

PRIX PARKIN. — Destiné à récompenser, cette année, des recherches sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes.

FONDS BONAPARTE.

Le prince Roland Bonaparte, par une lettre en date du 29 février 1908, publiée dans les *Comptes rendus* de la séance du 2 mars, a déclaré vouloir mettre à la disposition de l'Académie des Sciences, pour l'encouragement des *recherches scientifiques* parmi les travailleurs n'appartenant pas à cette Compagnie, quatre annuités de vingt-cinq mille francs.

Ces subventions ont exclusivement pour but de provoquer des découvertes en facilitant la tâche de chercheurs qui auraient déjà fait leurs preuves en des travaux originaux et qui manqueraient des ressources suffisantes pour entreprendre ou poursuivre leurs investigations.

L'attribution de la première annuité a déjà été faite par l'Académie sur le rapport d'une Commission spéciale, inséré aux *Comptes rendus* des Séances de l'Académie des Sciences à la date du 29 juin 1908 (réimprimé ci-dessus, p. 1208), Rapport auquel les concurrents sont invités à se reporter et où ils trouveront des indications pour la rédaction, l'exposé et la date de leur demande.

L'attribution des trois annuités suivantes sera faite par l'Académie tout entière, sur le Rapport de la Commission, et aura lieu aux dates suivantes :

15 juillet 1909,
15 juillet 1910,
15 juillet 1911.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 novembre 1908.

Science et Méthode, par H. Poincaré, Membre de de l'Institut. Paris, Ernest Flammarion, 1908; 1 vol. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Leçons de Mécanique céleste, professées à la Sorbonne par H. Poincaré, Membre de l'Institut. Tome II, 2e Partie : *Théorie de la Lune*. Paris, Gauthier-Villars, 1909; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Surfaces nautiloïdes, par Haton de la Goupillière, Membre de l'Institut. (Extr. des *Annaes da Academia polytechnica do Porto*, t. III, 1908.) Coïmbre, 1908; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Rapport sur les opérations du Service d'inspection des établissements classés pendant l'année 1907, suivi du *Résumé de la période* 1898-1907, présenté à M. le Préfet de Police par M. Paul Adam. Paris, 1908; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Armand Gautier.)

Joncées. Descriptions et figures des Joncées de France, de Suisse et de Belgique, par T. Husnot. Cahan, par Athis (Orne), T. Husnot, 1908; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Van Tieghem.)

Account of the operations of the Great trigonometrical Survey of India, t. XVIII : *Astronomical observations for latitude made during the period 1885 to 1905 and the deduced values of the deflections of the plumb-line*, prepared under the directions of Lieut.-Colonel S.-G. Burrard, Superintendent trigonometrical Surveys, published under the orders of Colonel F.-B. Longe, R. E. Surveyor general of India. Dehra Dun, 1906; 1 vol. in-4°.

Annals of the Royal Botanic Garden, Calcutta. Tome VI, Part II : *Fresh-water Algæ from Burma, including a few from Bengal and Madras*, by W. West and G.-S. West. Calcutta, 1907; 1 vol. in-f°.

L'or et les autres produits miniers dans les Colonies françaises, par M. J.-M. Bel. Melun, 1908; 1 fasc. in-8°.

Les sables marins de la Côte landaise (calibre et origine), par B. Saint-Jours. Bordeaux, 1908; 1 fasc. in-8°.

Sur la question du mode de déplacement du plus grand affaissement le long du bord d'un bassin plein d'eau, par V.-A. Obroutchef. Tomsk, 1908; 1 fasc. in-8°. (En langue russe.)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 DÉCEMBRE 1908.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le calcul approché des inégalités d'ordre élevé.* Note de M. **Maurice Hamy.**

Les inégalités du premier degré, par rapport aux masses, de la longitude moyenne d'une planète P, troublée par une planète P_1, ont pour expression générale

$$-\frac{3}{\sin 1''}\frac{M_1}{1+M}\left(\frac{\mu}{m_1\mu_1+m\mu}\right)^2 ma\,\mathfrak{M}\sin(m_1\zeta_1+m\zeta-\Omega),$$

M et M_1 désignant les masses de ces planètes en fonction de celle du Soleil, μ et μ_1 leurs moyens mouvements, a le demi-grand axe de la planète troublée, $\mathfrak{M}$ le coefficient du terme en $\cos(m_1\zeta_1+m\zeta-\Omega)$, dans le développement de la fonction perturbatrice effectué suivant le cosinus des multiples des anomalies moyennes.

Le calcul des inégalités dont il s'agit est donc lié à l'évaluation numérique des coefficients du développement de la fonction perturbatrice, évaluation qui peut se faire soit en partant de l'expression analytique de ces coefficients sous forme de séries procédant suivant les puissances des excentricités et des inclinaisons, soit directement par diverses méthodes.

Lorsque les entiers m et m_1 sont un peu considérables, en valeur absolue, les inégalités correspondantes sont négligeables, en général, parce que le coefficient $\mathfrak{M}$ est alors petit, ainsi que le facteur $\left(\frac{\mu}{m_1\mu_1+m\mu}\right)^2$. Mais, s'il arrive, malgré la grandeur des entiers m et m_1, que la somme $m_1\mu_1+m\mu$ devienne assez petite, les inégalités d'ordre élevé auxquelles on a affaire peuvent devenir fort importantes et il est nécessaire de les évaluer.

Dans l'hypothèse où nous nous plaçons, les séries définissant analytiquement le coefficient $\mathfrak{M}$ convergent avec tant de lenteur, leur formation est si laborieuse, que passer par leur intermédiaire serait en général impraticable. Il est beaucoup moins long de déterminer $\mathfrak{M}$ à l'aide d'une méthode imaginée par Cauchy, méthode parfaitement appropriée à l'évaluation exacte des coefficients des inégalités d'ordre élevé.

En fait, le rôle de la méthode de Cauchy se trouve limité, la plupart du temps, dans les applications, à rendre manifeste la faiblesse de ces inégalités et à montrer qu'il est inutile d'en tenir compte dans l'expression des perturbations de la longitude moyenne.

Une pareille constatation peut se faire, à moins de frais, en calculant une valeur approchée de $\mathfrak{M}$, par un moyen relativement expéditif, sur lequel je me propose de donner quelques indications dans ce qui va suivre.

Remarquons d'abord que, si l'on développe la fonction perturbatrice sous la forme

$$\Sigma\Sigma A_{m,m_1} E^{-(m\zeta+m_1\zeta_1)\sqrt{-1}},$$

E désignant la base des logarithmes népériens, on a identiquement

$$2A_{m,m_1} = \mathfrak{M}\, E^{\Omega\sqrt{-1}}.$$

D'autre part, si l'on fait abstraction de la partie complémentaire de la fonction perturbatrice, qui ne donne rien de sensible dans l'hypothèse où nous nous plaçons, on a

$$A_{m,m_1} = \frac{1}{4\pi^2}\int_0^{2\pi} E^{m_1\zeta_1\sqrt{-1}}\, d\zeta_1 \int_0^{2\pi} \frac{E^{m\zeta\sqrt{-1}}}{\Delta}\, d\zeta,$$

Δ représentant l'expression de la distance des planètes.

Pour calculer une valeur approchée de A_{m,m_1}, nous commencerons par évaluer l'intégrale

$$J = \int_0^{2\pi} \frac{E^{m\zeta\sqrt{-1}}}{\Delta}\, d\zeta,$$

dans laquelle l'anomalie ζ_1 est supposée avoir reçu une valeur particulière.

Afin de fixer les idées, nous admettrons que l'entier élevé m est positif.

Appelons u l'anomalie excentrique et $\sin\psi$ l'excentricité de la planète P; posons

$$z = E^{u\sqrt{-1}}$$

et prenons z comme nouvelle variable d'intégration. Il vient, en tenant

compte de l'équation de Képler.

$$J = \sqrt{-1} \int \frac{\frac{\sin\psi}{2z^2}\left(z - \tang\frac{\psi}{2}\right)\left(z - \cot\frac{\psi}{2}\right)}{\Delta} \left[z E^{-\frac{\sin\psi}{2}\left(z - \frac{1}{z}\right)} \right]^m dz,$$

l'intégrale étant prise le long de la circonférence $|z| = 1$.

Nous sommes ramenés à évaluer une intégrale dont l'élément différentiel contient un facteur élevé à une haute puissance, intégrale qui rentre dans la catégorie de celles que j'ai étudiées dans mon Mémoire *Sur l'approximation des fonctions de grands nombres* (1).

L'application des théories exposées dans ce Mémoire permet, comme on va le voir, d'obtenir une valeur approchée de J.

Cette recherche nécessite la connaissance préalable des points singuliers de la fonction sous le signe $\int$ qui, à l'exception des valeurs $z = 0$ et $z = \infty$, sont fournis par l'équation $\Delta = 0$. En appelant A, B, P des quantités réelles, on trouve d'ailleurs

$$\Delta^2 = \frac{a^2}{4z^2}\left[\sin^2\psi\, z^4 + (A + iB) z^3 + P z^2 + (A - iB) z + \sin^2\psi\right].$$

L'équation $\Delta^2 = 0$, que Cauchy a également rencontrée dans ses recherches, a une forme qui en facilite beaucoup la discussion. Ses racines sont de la forme

$$\rho E^{-\lambda\sqrt{-1}}, \quad \frac{1}{\rho} E^{-\lambda\sqrt{-1}}, \quad \rho_1 E^{\lambda\sqrt{-1}}, \quad \frac{1}{\rho_1} E^{\lambda\sqrt{-1}}.$$

Les valeurs numériques de ρ, ρ_1, λ s'obtiennent d'ailleurs facilement par la Trigonométrie (2).

Si l'on suppose $\rho > \rho_1 > 1$, on trouve que ρ est toujours supérieur à $\cot\frac{\psi}{2}$, quelle que soit la position de la planète P_1 sur son orbite; ρ_1 reste, au contraire, fini lorsque ψ tend vers zéro, et ne peut devenir égal à 1.

La racine

$$Z = \frac{1}{\rho_1} E^{\lambda\sqrt{-1}}$$

présente, dans la question qui nous occupe, un intérêt tout particulier. Nous

(1) *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1908.

(2) Voir, à ce sujet, TISSERAND, *Traité de Mécanique céleste*, t. IV, p. 283.

supposerons que λ désigne le plus petit argument positif de cette racine.

La considération des courbes d'égal module de la fonction

$$\varphi(z) = z\mathrm{E}^{-\frac{\sin\psi}{2}\left(z-\frac{1}{z}\right)},$$

qui figure à la puissance m sous le signe $\int$, est également de première importance pour l'objet que nous avons en vue.

On reconnaît que, pour $|\varphi(z)| = 1$, ces courbes possèdent une nappe N qui se confond avec la circonférence $|z| = 1$. Quand on fait décroître $|\varphi(z)|$ d'une façon continue, la nappe N, partant de la circonférence $|z| = 1$, se contracte en se rapprochant en tous sens de l'origine. Le rayon vecteur de cette nappe, dans chacune de ses positions, va d'ailleurs en croissant lorsque l'argument de z croît, en valeur absolue, de 0 à π. La nappe N continue à se déformer ainsi, en restant fermée, jusqu'à ce qu'elle atteigne le point $z = \operatorname{tang}\frac{\psi}{2}$, où la dérivée $\varphi'(z)$ devient nulle. Cette nappe occupe alors une position particulière que nous désignerons par N_1.

Revenons maintenant à l'équation $\Delta = 0$. De ses deux racines de module inférieur à 1, l'une est toujours renfermée à l'intérieur de la courbe N_1, puisque son module est inférieur à $\operatorname{tang}\frac{\psi}{2}$. La racine Z, au contraire, est, en général, comprise entre la circonférence $|z| = 1$ et la courbe N_1, tout au moins lorsque l'excentricité $\sin\psi$ est assez petite, puisque $\frac{1}{\rho_1}$ est alors fini, tandis que le rayon vecteur de N_1 est de l'ordre de grandeur de $\operatorname{tang}\frac{\psi}{2}$.

Au surplus, les conditions nécessaires et suffisantes pour que la racine Z soit extérieure à N_1 sont

$$\rho_1 < \cot\frac{\psi}{2},$$

$$\operatorname{tang}\frac{\psi}{2}\mathrm{E}^{\cos\psi} < \frac{1}{\rho_1}\mathrm{E}^{\frac{1}{2}\sin\psi\left(\rho_1-\frac{1}{\rho_1}\right)\cos\lambda}.$$

Ces préliminaires posés, il y a deux cas à distinguer pour obtenir la valeur asymptotique de l'intégrale J.

1° Supposons d'abord la racine Z comprise entre la circonférence $|z| = 1$ et la courbe N_1. Considérons, d'autre part, la nappe N des courbes d'égal module de $\varphi(z)$ qui passe par le point dont l'affixe est Z. Traçons à l'intérieur de la nappe N une courbe fermée voisine C_1, tangente à cette nappe

au point Z et en ce point seulement. Dans ces conditions, le long de la courbe C_1, $|\varphi(z)|$ prend sa plus grande valeur pour $z = Z$.

D'autre part, Δ reprenant sa valeur, lorsque la variable z revient au point de départ, après avoir décrit en entier le contour $|z| = 1$, la courbe C_1 devient un chemin d'intégration équivalent à ce contour, si on la déforme infiniment peu, dans le voisinage du point $z = Z$, vers la région du plan dans laquelle $|\varphi(z)| > |\varphi(Z)|$. Or, en se reportant à mon Mémoire *Sur l'approximation des fonctions de grands nombres* (p. 265), on reconnaît que c'est précisément la condition pour que la considération du point $z = Z$ conduise à la valeur asymptotique de l'intégrale J. On arrive, tous calculs faits, à l'expression

$$J = \frac{2}{a}\sqrt{\frac{2\pi}{m}}\,\frac{\sqrt{-\left(Z - \operatorname{tang}\frac{\psi}{2}\right)\left(Z - \cot\frac{\psi}{2}\right)}}{\sqrt{\sin\psi\,(Z - z_1)(Z - z_2)(Z - z_3)}}\,\varphi^m(Z)(1 + \varepsilon),$$

z_1, z_2, z_3 désignant, en plus de Z, les trois autres racines de Δ^2, et ε une quantité de l'ordre de grandeur de $\frac{1}{m}$.

Le sens des radicaux imaginaires, figurant dans l'expression de J, est complètement défini par la condition qu'ils doivent être pris chacun avec l'argument qui diffère le moins de $\frac{\lambda}{2}$.

2° Lorsque la racine Z est intérieure à la courbe N_1, ce qui doit être tout à fait exceptionnel, en admettant même que ce soit possible, on ne peut plus raisonner comme nous venons de le faire, parce que la courbe d'égal module de $\varphi(z)$, rencontrant le point dont Z est l'affixe, passe alors par l'origine. Mais, dans ce cas, la circonférence décrite, de l'origine comme centre, avec $\operatorname{tang}\frac{\psi}{2}$ pour rayon, peut au besoin être *dilatée, à l'intérieur de la courbe* N_1, de manière à renfermer la racine Z.

Le contour ainsi obtenu non seulement est équivalent, pour l'intégrale J, à la circonférence $|z| = 1$, mais, de plus, la plus grande valeur de $|\varphi(z)|$, le long de ce chemin, correspond à la valeur $z = \operatorname{tang}\frac{\psi}{2}$ qui est racine de $\varphi'(z)$. On se trouve dans un cas où la considération du point $z = \operatorname{tang}\frac{\psi}{2}$ conduit à la valeur asymptotique de J [voir pages 252 et suivantes de mon Mémoire (¹)].

(¹) Voir aussi DARBOUX, *Mémoire sur l'approximation des fonctions de très grands nombres* (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1878).

Effectuant les opérations nécessaires, on trouve

$$J = -\sqrt{\frac{2\pi\sin\psi}{m}}\,\frac{1}{m}\,\frac{ar_1(A'-B'\sqrt{-1})}{\left[r_1^2\operatorname{tang}\psi - 2ar_1(A'-B'\sqrt{-1})\cos\psi\right]^{\frac{3}{2}}}\left[\operatorname{tang}\frac{\psi}{2}E^{\cos\psi}\right]^m(1+\varepsilon),$$

ε étant une quantité de l'ordre de $\frac{1}{m}$, r_1 désignant le rayon vecteur de la planète P_1, A' et B' ayant pour valeurs

$$A' = \cos L_1 \cos\varpi + \sin L_1 \sin\varpi \cos I,$$
$$B' = \cos L_1 \sin\varpi - \sin L_1 \cos\varpi \cos I.$$

Dans ces relations, I est l'inclinaison mutuelle des orbites, ϖ la longitude du périhélie de la planète P, L_1 la longitude vraie de la planète P_1, longitudes comptées à partir de l'un des points d'intersection des orbites.

Enfin, la puissance fractionnaire qui rentre dans l'expression de J doit être prise avec son argument le plus voisin de zéro.

Revenons à la recherche de A_{m,m_1}. On peut écrire

$$A_{m,m_1} = \int_0^{2\pi} \frac{1}{4\pi^2}\, J E^{m_1\zeta_1\sqrt{-1}}\, d\zeta_1,$$

J étant une fonction connue de ζ_1, fournie par l'une ou l'autre des formules auxquelles nous sommes arrivés, formules dans lesquelles on négligera ε. On évaluera cette intégrale par quadratures, en prenant comme nouvelle variable l'anomalie excentrique u_1. A cet effet, on donnera à u_1 les k valeurs équidistantes

$$u_1 = 0,\quad \frac{2\pi}{k},\quad \ldots,\quad \frac{2(k-1)\pi}{k},$$

k étant un entier suffisamment grand, et l'on prendra, comme valeur de A_{m,m_1}, le produit par $\frac{2\pi}{k}$ de la somme des valeurs correspondantes de la fonction sous le signe $\int$.

On sait que la méthode de Cauchy, pour l'évaluation des coefficients de la fonction perturbatrice, conduit également à effectuer des quadratures. A ce sujet, Cauchy a indiqué une limite supérieure de la valeur à donner à l'entier k, pour obtenir ces coefficients sans erreur appréciable. Or, les deux expressions de J, obtenues ci-dessus, étant affectées d'une erreur relative de l'ordre de $\frac{1}{m}$, il est inutile de pousser outre mesure l'approximation, dans le calcul des quadratures. Il y a donc lieu de penser que la limite supérieure de k, trouvée par Cauchy, pourrait être notablement abaissée, dans l'application de la méthode qui vient d'être exposée.

PARASITOLOGIE. — *Contribution à l'étude de* Hæmogregarina lacertæ *Danilewsky et Chalachnikow*. Note de MM. **A. Laveran** et **A. Pettit**.

Nos recherches ont porté sur des *Lacerta viridis* et sur des *L. muralis* provenant de différentes régions de la France. Sur six *L. viridis* capturés dans le département de la Corrèze, deux ont été trouvés infectés d'hémogrégarines. Deux *L. viridis* provenant de Fontainebleau étaient tous deux infectés. Chez les *L. muralis* l'infection par les hémogrégarines a été observée 1 fois sur 7 dans la Corrèze, 2 fois sur 2 chez les lézards de Fontainebleau, 1 fois sur 5 chez les lézards des environs de Concarneau.

Hæmogregarina lacertæ est difficile à étudier dans le sang frais; sa coloration et sa transparence sont à peu près celles des hématies parasitées qui subissent des altérations profondes. Sur des préparations de sang desséché, fixé et convenablement coloré à l'aide de la solution de Giemsa, l'étude des différentes formes sous lesquelles se présente cette hémogrégarine est au contraire facile.

Chez aucun des lézards que nous avons examinés les parasites n'étaient très nombreux; chez ceux qui en avaient le plus, en examinant un mince frottis de sang avec l'oculaire 1 et l'objectif à immersion $\frac{1}{16}$ de Verick, on ne trouvait dans un même champ que 1, 2, 3, rarement 4 hématies parasitées.

Nous décrirons successivement les hémogrégarines endoglobulaires et les hémogrégarines libres.

1° Formes endoglobulaires. — Pour la facilité de la description on peut distinguer des formes petites, moyennes et grandes, mais il importe de remarquer qu'entre les types décrits ci-dessous il y a des intermédiaires.

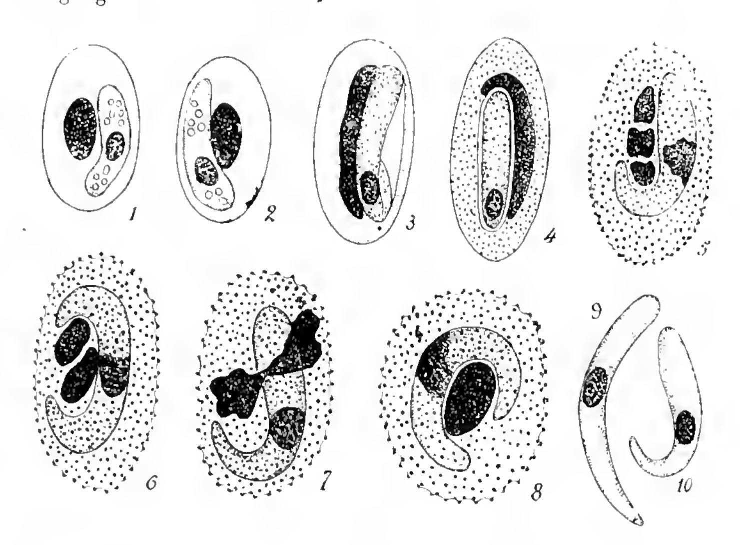
A. *Petites formes.* — Il s'agit de vermicules souvent incurvés, comme l'indiquent les figures 1 et 2. Les extrémités sont parfois arrondies et de même grosseur, plus souvent l'une des extrémités est un peu effilée. Vers la partie moyenne du parasite, on distingue un karyosome de forme arrondie ou ovalaire; le protoplasme se colore en bleu clair; aux extrémités on distingue de grosses granulations incolores qui sont probablement des granulations de réserve.

L'hématie parasitée n'est pas altérée ou n'a subi que des altérations légères : ses dimensions sont normales, le noyau est en place, quelquefois un peu augmenté de volume, le protoplasme a sa coloration normale ou bien il a une teinte plus pâle que celle des hématies normales.

Les petites hémogrégarines sont parfois logées dans des hématies jeunes, de petite dimension.

B. *Formes moyennes.* — Le parasite se présente sous l'aspect d'un corps cylindrique, rectiligne ou légèrement incurvé dont le grand axe est en général parallèle à celui de l'hématie qui le contient.

Les dimensions moyennes sont de 10$^{\mu}$ de long sur 2$^{\mu}$ de large (*fig.* 3 et 4). Les deux extrémités sont arrondies; mais l'une d'elles est d'ordinaire moins grosse que l'autre, et l'on peut parfois se rendre compte que, du côté de l'extrémité effilée, il y a un repliement du parasite sur lui-même (*fig.* 3). Le protoplasme se colore en bleu clair par la solution de Giemsa. Le karyosome, qui se compose d'un amas de granulations, est situé près d'une des extrémités, ce qui s'explique par ce fait qu'il y a repliement de l'hémogrégarine de ce côté.



Hæmogregarina lacertæ. — 1 et 2, petites formes endoglobulaires. — 3 et 4, formes moyennes 5, 6, 7, 8, grandes formes. — 9 et 10, formes libres. (Grossissement de 1500 D environ.)

Les hématies parasitées subissent des altérations plus ou moins profondes qui portent à la fois sur le protoplasme et sur le noyau. L'hématie augmente de volume et pâlit, puis se décolore presque complètement; après coloration par le Giemsa, on observe des granulations violacées. Le noyau de l'hématie est déplacé, hypertrophié et plus ou moins déformé. En général, il s'allonge beaucoup en restant parallèle au parasite dont il atteint souvent la longueur, comme l'indiquent les figures 3 et 4. Il arrive que le noyau, refoulé à une extrémité de l'hématie, coiffe une des extrémités de l'hémogrégarine. Le noyau peut aussi se rompre en deux ou plusieurs morceaux. Ces altérations, qui ont été très bien décrites par Danilewsky et Chalachnikow (¹), s'exagèrent encore dans les hématies parasitées par les grandes formes de *H. lacertæ*.

C. *Grandes formes.* — A cet état, les hémogrégarines ont l'aspect de vermicules

(¹) *Matériaux pour servir à la parasitologie du sang* (*Archives slaves de Biologie,* 15 mars 1886).

qui, repliés dans les hématies, mesurent 14^{μ} à 15^{μ} de long sur 2^{μ} à 3^{μ} de large (*fig.* 5, 6, 7, 8). Le parasite a d'ordinaire une extrémité plus effilée que l'autre, il est replié tantôt à une extrémité seulement, et il s'agit alors de l'extrémité effilée, tantôt aux deux extrémités, autour du noyau de l'hématie (*fig.* 6 et 8). Le protoplasme ne se colore pas en bleu par le Giemsa; il prend une teinte violacée, analogue à celle des hématies altérées, qui s'explique comme cette dernière par la présence de nombreuses granulations chromatophiles. Les colorations du protoplasme du parasite et de celui de l'hématie qui le renferme sont souvent si semblables, qu'il est difficile d'établir la limite exacte de l'hémogrégarine. Vers la partie moyenne de chaque parasite, on distingue un karyosome souvent irrégulier composé de granulations ou de tractus de chromatine.

Les hématies subissent des altérations profondes. Elles augmentent considérablement de volume et elles tendent à prendre une forme sphérique. Alors que les hématies normales de *L. viridis* et de *L. muralis* mesurent 14^{μ} à 15^{μ} de long sur $8^{\mu},50$ de large, les hématies qui contiennent de grandes hémogrégarines mesurent 18^{μ} à 21^{μ} de long sur 9^{μ} à 12^{μ} de large. Le contour des hématies est granulé ou finement dentelé; le protoplasme est pâle avec un semis plus ou moins abondant de granulations chromatophiles. Les noyaux des hématies subissent des altérations profondes et variées; ils sont hypertrophiés, refoulés, parfois ils se brisent en deux ou trois fragments (*fig.* 5, 6). Le noyau de l'hématie est parfois chassé au dehors par le parasite.

Nous n'avons pas réussi à mettre en évidence l'existence d'une capsule pour les formes endoglobulaires de *H. lacertæ*. Les espaces clairs qui s'observent assez souvent autour des hémogrégarines (*fig.* 3 et 4) peuvent s'expliquer par une rétraction du protoplasme du parasite.

Les petites formes décrites ci-dessus sont évidemment des formes jeunes, les formes moyennes et grandes représentant des stades plus avancés de l'évolution endoglobulaire de l'hémogrégarine. La supposition que ces formes répondraient à des états sexués du parasite paraît peu vraisemblable, attendu qu'on trouve des stades intermédiaires. L'aspect différent du protoplasme s'explique facilement dans l'opinion que les formes moyennes représentent un stade jeune par rapport aux grandes formes : le protoplasme jeune se colore mieux par le Giemsa que le vieux, et il est d'ordinaire plus homogène, moins granuleux que ce dernier. Il est à noter aussi que les altérations des hématies, qui suivent évidemment une progression en rapport avec le développement des parasites, sont beaucoup plus marquées dans les hématies parasitées par de grandes formes que dans celles parasitées par des formes moyennes. Enfin nous n'avons observé aucune forme pouvant être interprétée comme un stade de conjugaison.

2° Formes libres. — Dans le sang pris sur le vivant et fixé rapidement, il est très rare de rencontrer des hémogrégarines libres; dans le sang conservé quelque temps à l'état frais ou obtenu après la mort par frottis des viscères, on observe au contraire assez souvent des hémogrégarines libres.

Il s'agit de vermicules cylindriques avec une extrémité arrondie et l'autre effilée (*fig.* 9 et 10).

Les dimensions varient de 10^{μ} à 20^{μ} de long sur $1^{\mu},5$ à 3^{μ} de large.

Dans le sang frais, les vermicules présentent des mouvements de flexion et de redressement et des mouvements de translation pendant lesquels on voit se former, comme

chez le *Drepanidium ranarum*, de petits étranglements qui se déplacent le long du corps (Danilewsky et Chalachnikow).

Après fixation du sang et coloration par le Giemsa, on distingue un karyosome plus régulier, en général, dans les petites formes que dans les grandes; le protoplasme est plus ou moins granuleux.

On ne trouve pas, dans le sang de la grande circulation, de formes de multiplication de l'hémogrégarine; ces formes n'existent que dans les capillaires sanguins des viscères, principalement dans le foie et les reins; nous les étudierons dans une autre Note.

Les parasites décrits ci-dessus nous paraissent être les mêmes que ceux qui ont été décrits dès 1886 par Danilewsky et Chalachnikow chez des *L. viridis* et des *L. agilis* capturés aux environs de Kharkov. Ces observateurs ont donné des noms différents aux différentes formes de l'hémogrégarine, ce qui a jeté quelque confusion dans l'exposé de leurs recherches, très remarquables d'ailleurs, si l'on tient compte de l'état de nos connaissances sur les hématozoaires endoglobulaires en 1886 et de l'imperfection de la technique. La dénomination de *Hæmogregarina lacertæ* proposée par Danilewsky et Chalachnikow pour désigner une partie des formes parasitaires nous paraît devoir être adoptée pour l'ensemble de ces formes. Le genre *Caryolysus*, qui a été créé par A. Labbé en 1894 (¹), ne nous semble pas devoir être conservé.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Observations au sujet de la déshydratation directe de certains alcools tertiaires.* Note de M. **Louis Henry**.

Dans ma Note du 11 mars 1907 (²) j'ai constaté que le diméthylisopropylcarbinol

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!\underset{\displaystyle OH}{C}-CH\!<\!\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}$$

chauffé avec un léger excès d'anhydride acétique, *additionné de quelques gouttes d'acide sulfurique*, fournit, à la suite d'une déshydratation intégrale, les deux hydrocarbures correspondants, le tétraméthyléthylène et l'isopro-

(¹) A. Labbé, *Arch. Zool. expérim.*, 1894, et art. Sporozoa in *Tierreich*, Berlin, 1899.

(²) *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 552.

pylméthyléthylène :

(a)
$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \!\!>\! C = C \!<\!\! \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix};$$
Tétraméthyléthylène.

(b)
$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \!\!>\! C - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} = CH.$$
Isopropylméthyléthylène.

On sait que ce sont là les conditions les plus favorables à la production de certains éthers acétiques [1].

Vu la quantité minime d'acide sulfurique présente, cette expérience avait été faite avec 100g d'alcool

$$(CH^3)^2 \underset{\displaystyle OH}{C} - C \!<\!\! \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix};$$

je me crus en droit de regarder l'anhydride acétique comme l'agent réel de cette déshydratation.

Or cela n'est pas; en présence de l'anhydride acétique, le diméthylisopropylcarbinol se transforme en son acétate. C'est M. Delacre qui m'a signalé ce fait, dont on a constaté l'exactitude parfaite dans mon laboratoire. Je tiens à l'en remercier [2].

C'est l'acide sulfurique qui est l'agent *réel* de ce dédoublement du diméthylisopropylcarbinol en eau et en ses hydrocarbures. On trouvera certainement que cette réaction constitue un cas bien curieux de catalyse.

Pour rester d'une manière complète dans la vérité expérimentale, j'ajouterai que la présence de l'anhydride acétique n'est pas inutile dans cette réaction ainsi réalisée, car le dédoublement de l'acétate déjà formé se fait plus facilement et plus rapidement que celui de l'alcool comme tel, seul en présence de quelques gouttes d'acide sulfurique.

Il sera intéressant de constater comment se comportent d'autres alcools tertiaires dans ces mêmes conditions.

---

(1) Voir Skraup, *Monatshefte für Chemie*, t. XIX, 1898, p. 458.

(2) La formation d'un acétate par la réaction de l'anhydride acétique sur le *diméthylisopropylcarbinol* est mentionnée dans la Note de M. Delacre, insérée au *Bulletin de la Société chimique de France*, t. I, 1907, p. 455. Cette Note a été présentée à la Société chimique dans sa séance du 22 mars 1907 (voir *Bulletin*, p. 388). Je ne pouvais et je n'avais donc pas à faire état de cette Note de M. Delacre dans la mienne du 11 mars 1907. Plus tard j'ai perdu le tout de vue, qui m'a été obligeamment rappelé par l'auteur dans ces derniers temps.

Dans ma Note du 28 septembre 1908 [1], où je me suis occupé de l'alcool cyclique qui a fait l'objet de l'étude de M. P. Bruylants, le triméthylènediméthylcarbinol

$$\begin{matrix} CH^2 \\ | \\ CH^2 \end{matrix} \!\!\!>\! CH - \underset{\displaystyle OH}{\overset{}{C}} \!<\! \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix},$$

l'analogue de l'*isopropyldiméthylcarbinol*, j'aurais dû mentionner que contrairement à celui-ci, *chauffé avec de l'anhydride acétique, additionné de quelques gouttes d'acide sulfurique*, il ne subit aucune déshydratation, mais se transforme, d'une manière intégrale, en son éther acétique. Il est donc bien vrai de dire que l'existence d'une chaîne fermée communique à la molécule totale de l'alcool une stabilité particulière.

M. G. **Darboux** fait hommage à l'Académie d'un *Traité de Mathématiques générales, à l'usage des chimistes, physiciens, ingénieurs et des élèves des Facultés des Sciences*, par M. E. Fabry, Ouvrage dont il a écrit la *Préface*.

ÉLECTIONS.

M. le **Ministre des Finances** invite l'Académie à désigner l'un de ses Membres qui devra faire partie de la *Commission de contrôle de la circulation monétaire*.

M. **Troost** réunit l'unanimité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

MM. **Jules Alquier**, **Blaringhem**, **Bonnette**, **René-E. Bossière**, **Brachet**, **André Blondel**, **A. Billard**, **J. Basset**, **Blarez**, **Marcel Brillouin**, **Ph. Barrier**, **J. Bourgeois**, **Luigi Bianchi**, **P. Carré**, **C. Codron**, **E.-E. Colin**, **Chevassu**, **Georges Claude**, **G. Chavanes**, **A. Derierne**, **J. Deniker**, **Adrien Dollfus**, **Dongier**, **L. Dunoyer**, **Fredholm**, **Fortant**, **Eugène Fabry**, **J.-H. Fabre**, **Marcel Frois**, **Ch. Fabry**, **R. Fosse**, **Gustave Gain**, **Louis Gentil**, **Gonnessiat**, **C. Guichard**,

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXLVII, p. 557.

P. Hariot, P. Helbronner, J. Jolly, Luizet, P. Lesne, Le Besnerais, Loisel, Émile Lemoine, Lebert, Laubeuf, Lesbre, G. Lafon, Abel Larras, Matignon, Maignon, Marchis, Pinoy, Perot, L. Pervinquière, A. Petot, Pottevin, Richard, Sellier, Tikhoff, H. Vallé adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux, ou les subventions qui leur ont été attribuées sur le Fonds Bonaparte.

Mmes **Marguerite Blaise, Béclard, Cusco, de Nabias, Rück** adressent également des remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Bref och Skrifvelser of och till Carl von Linné, med understöd af svenska Staten utgifna af Upsala Universitet. Första afdelningen. Del II.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations physiques de la comète* 1908 *c*, *faites à l'Observatoire de Lyon* (1). Note de M. **J. Guillaume**.

Le 24 octobre, la queue, courbée au Sud, est moins large à sa naissance qu'à l'opposé, où elle dépasse un peu la largeur de la tête; la partie antérieure, brillante sur 30′, est dirigée vers 60°, tandis que l'autre partie s'efface dans la lunette à un peu plus de 1° du noyau, vers 76°.

Le noyau est excentré vers le Sud, mais moins que le 19; il n'est plus circulaire, mais allongé dans la direction de 258°, et mesure environ 9″ sur 2″,5; son aspect est granuleux, avec un très petit point stellaire (13e grandeur) vers l'extrémité orientale d'où rayonne, en avant, une projection en éventail qui occupe les deux cinquièmes de la tête et qui est plus brillante que le restant de celle-ci.

Vers 7^h40^m (t. m. de P.), et pendant 20 minutes, j'ai suivi le passage presque central de la tête de la comète devant une étoile de 10e-11e grandeur. J'ai constaté alors que l'éclat de l'étoile était augmenté d'une demi-grandeur au moins par rapport à son éclat ordinaire; mais, pendant le passage vers l'extrémité occidentale du noyau, elle a subi plusieurs affaiblissements dans l'intervalle de quelques secondes; pendant cette variation

(1) Voir présent Tome, p. 833.

lumineuse qui ressemblait à de la scintillation lente, je n'ai pas constaté de phénomène semblable sur l'étoile voisine, au Sud-Ouest, qui servait à la comparer.

Le 27, l'aspect de la comète est sensiblement le même que celui du 20. La queue est dirigée vers 67°.

Le 28, la tête est brillante, le noyau circulaire et granuleux. La queue, qui est très faible, montre, vers le bord austral, un vide sur toute sa longueur qui est d'environ 20'; à l'équatorial Brünner, on la suit sur un peu plus de 1°, et à l'œil nu sur environ 8°. La comète, dont la teinte est toujours bleuâtre, montre en outre deux courtes aigrettes de part et d'autre de la queue.

Le 29, relativement à ce qu'il était la veille, l'éclat de la queue a beaucoup augmenté; on y compte au moins quatre aigrettes assez également réparties, dont les deux du côté sud-est sont plus longues que celles du côté nord-ouest. A 18' du noyau, qui est circulaire, granuleux, et excentré au Sud par rapport au centre de la tête et à l'axe de la queue, celle-ci montre au milieu un vide longitudinal, et une sorte de gaine, composée de matière cométaire plus ténue, forme une enveloppe extérieure qui est très apparente vers la tête de la comète.

Le 30, à partir de la tête, qui n'offre rien de particulier, la queue est droite sur 25' vers 70°, puis elle se courbe vers 56° sur les 25' qui suivent, et ensuite elle continue, en s'élargissant d'au moins trois fois, vers 49°.

A un petit chercheur de faible grossissement, où je la vois entièrement dans le champ, elle paraît droite, sur une longueur d'environ 8°.

Le 31, à l'équatorial Brünner, la queue est rectiligne vers 67°; elle est beaucoup moins brillante que la veille. Au coudé, elle est rectiligne également, mais moins apparente; avec un faible grossissement on remarque dans la tête une condensation assez large, granuleuse, avec, semble-t-il par instants, un très petit noyau stellaire; avec un grossissement de 365, on distingue un noyau stellaire de 11e-12e grandeur et une projection en éventail qui rappelle celle notée le 24; aussi la tête paraît-elle plus brillante en avant qu'en arrière.

Le 1er novembre, avec une lunette de 0^m^,08 d'ouverture, la comète est faible, la condensation au centre de la tête bien visible, et la queue, courte, à peine marquée.

Le 2, au même instrument : elle est plus brillante et a une queue rectiligne d'environ 20'.

Le 3, au Brünner (0^m^,16) : queue de 30' dirigée vers 59°. Au coudé (0^m^,32), elle mesure à peine 30', et, avec le grossissement de 365, elle est beaucoup plus courte; la tête montre une condensation centrale brillante avec, au bord de celle-ci, à l'arrière, et sur l'axe principal de la queue, un très petit noyau stellaire. A la lunette de 0^m^,08, la queue est plus longue du double que la veille et l'éclat général semble avoir augmenté.

Le 12, le diamètre du noyau, mesuré au Brünner, est d'environ 10″ et celui de la tête de 2'; au chercheur de cet instrument, malgré la présence de cirrus, je peux suivre la queue, droite, vers 64°, sur une longueur de 4°,5. Au coudé, on remarque que la tête est plus brillante en avant du noyau qu'en arrière de celui-ci, et l'on entrevoit une courte aigrette, au nord-ouest de la tête, dirigée vers le Nord.

Le 13, la queue est plus brillante que la veille et mesure environ 7°; l'aigrette qui

partait de la tête s'est développée, et une deuxième, moins apparente, se détache du côté sud-est de la queue à environ 15′ du noyau; le bord nord-ouest de la queue est mieux limité et un peu plus brillant qu'au côté sud-est; sa direction est à 64°.

Le 17, en dehors du noyau, la matière cométaire est très diluée. La queue, dirigée vers 58°, montre un *nœud* ou amas de matière de 3′ ou 4′, à 5′ du noyau, et elle se prolonge ensuite sur un peu plus de 1°, en s'élargissant beaucoup, puis elle s'étrécit assez brusquement et on la suit, étroite, sur plusieurs degrés. Au coudé, on se rend compte que l'élargissement de la queue doit être produit par deux longues aigrettes en spirale qui se croisent à 5′ du noyau; on note deux autres aigrettes extérieures, courtes, dont l'occidentale est plus apparente et s'écarte davantage de la queue que l'orientale.

Le 21, on suit la queue, dont la matière est assez également répartie, sur 1° environ, vers 58°; elle va en s'élargissant jusqu'à 30′ du noyau, puis elle s'étrécit assez rapidement et davantage du côté occidental que de l'autre côté.

Le 24, la queue semble formée d'une série d'aigrettes dont deux seulement, à l'Ouest, s'en montrent séparées; la plus extérieure mesure environ 15′ et l'autre 40′. La queue principale est courbée à l'Est et montre, à environ 20′ de la tête, un renforcement d'éclat ou *nœud*, de peu d'étendue, qui s'affaiblit assez brusquement; à l'œil nu sa longueur est d'environ 4°. Hier, peut-être à cause du contraste parce qu'elle était dans une trouée de la couche de nuages bas très sombres, elle m'a paru plus brillante que ce soir.

Le 27, la condensation centrale de la tête est très brillante, mais je ne puis préciser s'il y a un noyau. Avec le grossissement de 45, je peux suivre la queue sur environ 40′, vers 58°; elle est un peu incurvée à l'Est, tandis que l'autre bord est sensiblement rectiligne. A l'œil nu la comète est invisible, la Lune éclaire un peu et il y a de la brume.

Le 28, queue rectiligne d'environ 1°,5, vers 54°; un élargissement à l'Est, jusqu'à 20′ du noyau, semble dû à une aigrette que la perspective joint à la queue; une autre aigrette, d'environ 8′, se détache à l'ouest de la tête vers 22°. En éclairant le champ, la comète s'éteint avec une étoile de 9ᵉ grandeur.

L'état du ciel n'a pas permis de revoir la comète (5 décembre).

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Morehouse 1908 c, faites à l'équatorial Brünner-Henry de l'Observatoire de Toulouse.* Note de MM. **Saint-Blancat** et **Rossard**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1908 Oc.	T. moyen de Toulouse.	ΔR.	ΔD.	Obs.	Nombre de comp.	R appar.	Log. fac. parallaxe.	D appar.	Log. fac. parallaxe.	★
	h m s	m s	′ ″			h m s		° ′ ″		
[illegible]	10.47.56	−6.45,24	− 3.33,0	SB	12:22	20.57.18,09	1,903	70.23.28,6	0,423	1
[illegible]	11.38.45	−1.34.92	+ 2. 5,9	SB	9:18	20.56.48,64	0,000	70.21. 0,6	0,223	2

Dates. 1908. Oct.	T. moyen de Toulouse.	ΔR.	ΔⓅ.	Obs.	Nombre de comp.	R appar.	Log. fac. parallaxe.	Ⓟ appar.	Log. fac. parallaxe.	★
	h m s	m s	′ ″			h m s		° ′ ″		
3.	9.46. 5	+2.56,46	— 6.57,9	SB	12:26	20.45.42,19	$\bar{1}$,743	69.12.44,0	0,503	3
3.	9.46. 5	—2.10,12	— 6.32,4	SB	12:26	20.45.42,28	$\bar{1}$,743	69.12.42,2	0,503	4
3.	9.46. 5	—4.42,52	— 2.53,6	SB	12:26	20.45.42,24	$\bar{1}$,743	69.12.43,3	0,503	5
3.	11. 9. 9	+2.17,19	—11.28,0	R	12:47	20.45. 2,92	$\bar{1}$,952	69. 8.13,9	0,262	3
3.	11. 9. 9	—2.49,15	—10.59,6	R	12:47	20.45. 3,25	$\bar{1}$,952	69. 8.15,0	0,262	4
3.	11. 9. 9	—5.21,54	— 7.21,1	R	12:47	20.45. 3,22	$\bar{1}$,952	69. 8.15,8	0,262	5
5.	9.51.28	—0.14,10	— 3.45,3	SB	30:19	20.24.57,76	$\bar{1}$,801	66.30.44,3	0,364	6
6.	10.41. 5	—6.25,69	— 8.44,4	SB	12:16	20.15.50,50	$\bar{1}$,899	65. 0.30,8	0,023	7
6.	11.21. 0	—6.39,79	—11. 9,9	R	9:12	20.15.36,40	$\bar{1}$,949	64.58. 5,3	$\bar{1}$,325	7
7.	10.15.44	+2.28,10	+ 4.40,4	SB	12:36	20. 8. 3,61	$\bar{1}$,854	63.31.24,3	0,052	8
7.	10.49.36	+2.18,22	+ 2.45,7	R	12:16	20. 7.53,73	$\bar{1}$,904	63.29.29,6	$\bar{1}$,689	8
8.	9.27.34	+0.51,76	+ 6.54,9	SB	18:29	20. 1. 9,90	$\bar{1}$,755	62. 1. 1,4	0,187	9
8.	10. 7.23	+0.57,07	— 3.27,3	R	15:16	20. 0.58,49	$\bar{1}$,837	61.58.25,7	$\bar{1}$,953	10
9.	9.38.52	+1.21,28	+ 1.13,0	SB	18:27	19.54.40,35	$\bar{1}$,780	60.23.50,9	0,005	11
12.	9.13.17	— 1. 6,49	+ 8.25,6	SB	18:29	19.38.56,25	$\bar{1}$,722	55.23.34,3	$\bar{1}$,495	12
12.	9.51.36	— 1.13,68	+ 5.30,5	R	18:20	19.38.49,06	$\bar{1}$,788	55.20.39,2	$\bar{1}$,587*n*	12
12.	10.22.37	+1.41,23	+ 4.56,1	SB	12:11	19.38.42,75	$\bar{1}$,822	55.18.49,4	$\bar{1}$,996*n*	13
13.	9. 8.17	— 3.19,45	— 6. 7,4	R	15:27	19.34.38,45	$\bar{1}$,712	53.40. 6,7	$\bar{1}$,329*n*	14
13.	9.50. 4	—3.28,09	— 9.20,9	SB	21:35	19.34.29,81	$\bar{1}$,777	53.36.53,2	$\bar{1}$,627*n*	14

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	R moyenne 1908,0.	Réduction au jour.	Ⓟ moyenne 1908,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1...	9.0	21. 4. 1,05	+2,28	70.26.39,3	+22,4	Argelander-Œltzen ½ (21733-34).
2...	9.0	20.59.21,36	+2,20	70.18.32,2	+22,5	Argelander-Œltzen 21588.
3...	8.5	20.42.43,90	+1,83	69.19.18,9	+23,0	Christiania 3225.
4...	7.0	20.47.50,49	+1,91	69.18.51,7	+22,9	Christiania 3239.
5...	8.7	20.50.22,80	+1,96	69.15.14,0	+22,9	Christiania 3244.
6...	9.0	20.25.10,45	+1,41	66.34. 6,2	+23,4	34 Geelmuyden.
7...	9.1	20.22.14,88	+1,31	65. 8.51,6	+23,6	Helsingfors-Gotha 11336.
8...	7.5	20. 5.34,46	+1,05	63.26.20,4	+23,5	Helsingfors-Gotha 11124.
9...	7.7	20. 0.17,18	+0,96	61.53.43,0	+23,5	Helsingfors-Gotha 11034.
10...	8.5	20. 0. 2,47	+0,95	62. 1.29,4	+23,6	Helsingfors-Gotha 11029.
11...	6.6	19.53.18,22	+0,85	60.22.14,5	+23,4	Helsingfors-Gotha 10920.
12...	6.8	19.40. 2,06	+0,68	55.14.45,8	+22,9	½ (Hels.-Gotha 10720 + Camb. 6158).
13...	9.2	19.37. 0,87	+0,65	55.13.30,2	+23,1	Helsingfors-Gotha 10673.
14...	9.2	19.37.57,25	+0,65	53.45.51,3	+22,8	Cambridge 6140.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les lignes géodésiques.* Note de M. JULES DRACH.

Après avoir exposé les recherches systématiques (Bour, O. Bonnet, M. Maurice Levy) sur les intégrales algébriques en (p, q) de l'équation des géodésiques

$$\text{(1)} \qquad F = ep^2 + 2fpq + gq^2 - 1 = 0,$$

M. Darboux, dans ses *Leçons sur la théorie des surfaces* (3e Partie, nos 619-621) présente d'une manière synthétique des résultats qu'il a obtenus en cherchant pour l'équation (1) des intégrales de forme particulière. En suivant la voie ouverte par l'éminent géomètre, je suis parvenu à quelques résultats nouveaux, qui font l'objet d'un Mémoire plus étendu, publié ailleurs et que je demande la permission de résumer ici.

I. Je me suis proposé d'abord la *recherche de tous les cas où l'équation* (1) *admet une intégrale*

$$\varphi(p, q) = \text{const.},$$

ne dépendant que des arguments p et q.

On trouve sans difficulté que la fonction F des variables u et v doit satisfaire identiquement à une relation

$$\frac{\partial F}{\partial u} : \frac{\partial F}{\partial v} = \Phi(F, p, q),$$

dont la discussion conduit aux conclusions *générales* suivantes :

1° Si le quotient $\dfrac{\partial F}{\partial u} : \dfrac{\partial F}{\partial v}$ est du second degré en p, q, on a pour e, f, g les expressions

$$e = \frac{au + bv + c}{\lambda}, \qquad f = \frac{a'u + b'v + c'}{\lambda}, \qquad g = \frac{a''u + b''v + c''}{\lambda},$$

avec

$$\lambda = a'''u + b'''v + c'''.$$

La fonction φ est la constante d'intégration pour l'équation

$$\frac{dp}{dq} = \frac{ap^2 + 2a'pq + a''q^2 - a'''}{bq^2 + 2b'pq + b''q^2 - b'''}.$$

M. Darboux a signalé le cas particulier où λ est constant ; il existe alors des surfaces spirales possédant l'élément linéaire correspondant. Cette dernière conclusion s'étend ici au cas où $c = c' = c'' = c''' = 0$.

2° Si le quotient $\frac{\partial F}{\partial u} : \frac{\partial F}{\partial v}$ est du premier degré en p, q, on trouve, en posant $\alpha = u - v$, les expressions

$$e = d_0 - \frac{c}{\alpha} - \frac{ac}{\alpha^2},$$
$$2f = 2d_1 - \frac{c(v+b)}{\alpha} - \frac{acv}{\alpha^2},$$
$$g = d_2 - \frac{bcv}{\alpha} - \frac{acv^2}{2\alpha^2},$$

qui donnent, pour le quotient précédent, $-\frac{p+uq}{p+vq}$.

L'équation en p, q est du *second degré* quand on la met sous forme rationnelle :

$$(dp+dq)^2(d_0p^2+2d_1pq+d_2q^2-1)+cq(p+bq)\,dp(dp+dq)-\frac{ac}{2}dp^2=0.$$

3° Si le quotient $\frac{\partial F}{\partial u} : \frac{\partial F}{\partial v}$ est indépendant de p et q, e, f, g sont des fonctions quelconques d'un argument λ qui satisfait à

$$\frac{\partial\lambda}{\partial u} = \lambda\frac{\partial\lambda}{\partial v}.$$

L'équation (1) donne pour λ une fonction de p et q seuls, et φ est déterminé par

$$\frac{\partial\varphi}{\partial p}+\frac{\partial\varphi}{\partial q}\lambda(p,q)=0.$$

Ce cas est loin d'être aussi général qu'il le paraît. L'élément linéaire correspondant peut être ramené à la forme

$$ds^2 = 2f(\lambda)\,d\alpha\,d\beta,$$

où l'on a

$$\beta+\alpha\lambda+\mu(\lambda)=0,$$

forme considérée par M. Darboux (*loc. cit.*), qui a fait voir que la détermination des géodésiques exige l'intégration de l'équation

$$\left(\frac{dx}{d\lambda}\right)^2+x^2=2f(\lambda).$$

II. Dans ce dernier cas on ne connaissait pas, *en général*, de surfaces possédant l'élément linéaire

$$(2)\qquad ds^2 = 4\lambda^2(\varphi)\,d\alpha\,d\beta,$$

lorsqu'on a

$$\beta+\alpha\varphi+\mu(\varphi)=0,$$

λ et μ étant des fonctions quelconques. J'ai trouvé qu'*en posant*

$$\xi = x + iy, \qquad \eta = x - iy,$$

on pouvait toujours satisfaire à (2) *en prenant*

$$\xi = F(\varphi) \qquad \text{avec} \qquad \frac{F''}{F'} = \frac{\lambda''}{\lambda'} - \frac{\lambda}{4\varphi^2\lambda'};$$

la forme de F *ne dépend donc pas de l'arbitraire* $\mu(\varphi)$. On a ensuite

$$\zeta = 2i\lambda\sqrt{\varphi}\,\alpha + i\int \sigma\, dF,$$

$$\eta = \frac{4\lambda\lambda'}{F'}\varphi\alpha^2 + 4\alpha\lambda\sqrt{\varphi}\left(\sigma - \frac{\lambda\mu'}{\varphi'\sqrt{\varphi}}\right) + \int \sigma^2\, dF,$$

où

$$\sigma = \int \frac{1}{\lambda\sqrt{\varphi}}\, d\left(\frac{\lambda^2\mu'}{F'}\right).$$

La surface ainsi obtenue fait partie de la classe générale

$$\eta = A(\xi)\zeta^2 + 2B(\xi)\zeta + C(\xi),$$

dont la définition géométrique est évidente et dont l'élément linéaire est voisin de celui des surfaces réglées, sans jamais se confondre avec lui.

III. J'ai étudié ensuite *tous les cas où, dans l'équation*

$$d\xi\, d\eta + d\zeta^2 = 4\lambda^2\, d\alpha\, d\beta,$$

λ *et* ξ *sont des fonctions d'un même argument* φ : on peut alors poser

$$\xi = F(\varphi), \qquad \lambda^2 = \frac{dF}{d\varphi},$$

et φ doit satisfaire à l'équation

$$\left(\frac{\partial^2\varphi}{\partial\alpha\,\partial\beta}\right)^2 - \frac{\partial^2\varphi}{\partial\alpha^2}\frac{\partial^2\varphi}{\partial\beta^2} = 2\omega(\varphi)\left(\frac{\partial\varphi}{\partial\alpha}\right)^2\left(\frac{\partial\varphi}{\partial\beta}\right)^2,$$

où l'on a

$$\omega(\varphi) = \frac{F'''}{F'} - \frac{3}{2}\left(\frac{F''}{F'}\right)^2.$$

Cette équation ne s'intègre complètement que si ω est nul et donne alors des surfaces remarquables. Il existe en outre des cas étendus où l'on peut trouver des solutions qui conduisent à *des surfaces* (ξ, η, ζ) *à lignes de courbure isothermes*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le nombre des intégrales doubles de seconde espèce de certaines surfaces algébriques.* Note de M. L. **Remy**, présentée par M. Émile Picard.

1. Dans une Note précédente ([1]) j'ai déterminé la valeur de l'invariant relatif ρ pour les surfaces qui correspondent point par couple à une courbe algébrique, supposée non singulière. L'application de la formule de M. Picard relative à ρ_0 permet d'en déduire le nombre ρ_0 des intégrales doubles de seconde espèce des surfaces algébriques de cette classe; voici le résultat :

Les surfaces algébriques dont les points admettent une correspondance univoque avec les couples de points d'une courbe de genre ϖ non singulière possèdent exactement

$$2\varpi^2 - \varpi - 1,$$

intégrales doubles distinctes de seconde espèce.

Le théorème précédent suppose que la courbe considérée n'est pas une courbe *singulière :* c'est là une hypothèse essentielle, ainsi qu'on peut s'en rendre compte par l'exemple suivant, relatif aux courbes de genre *deux*.

2. Envisageons une surface de Kummer K liée à une courbe de genre deux *singulière*, c'est-à-dire telle qu'il existe entre les périodes g, h, g' des intégrales hyperelliptiques correspondantes *une* relation à coefficients entiers qui peut être ramenée, par une transformation du premier ordre, à la forme

$$\alpha g + \beta h + \gamma g' = 0.$$

Dans cette hypothèse, il existe, d'après les recherches de M. Humbert (*Journ. de Math.*, 1899), des fonctions intermédiaires singulières $\varphi_{lk}(u, v)$, distinctes des fonctions thêta et vérifiant des équations fonctionnelles du type

$$\begin{aligned} \varphi(u+1, v) &= \varphi(u, v+1) = \varphi(u, v), \\ \varphi(u+g, v+h) &= \varphi(u, v)\, e^{2\pi i(-lu+k\gamma v)+\nu}, \\ \varphi(u+h, v+g') &= \varphi(u, v)\, e^{2\pi i[-k\alpha u-(l+k\beta)v]+\nu'}, \end{aligned}$$

([1]) Depuis la publication de ma dernière Note, j'ai eu connaissance que M. Severi avait étudié antérieurement les surfaces qui correspondent point par couple à une courbe algébrique (*Mémoires de l'Académie de Turin*, t. LIV, 1903); toutefois ma méthode est distincte du point de vue géométrique auquel s'est placé M. Severi et je ne crois pas d'ailleurs que ses recherches aient porté sur la valeur de l'invariant ρ_0, ni sur le rôle joué par les fonctions intermédiaires singulières. Je dois aussi citer une Note de M. de Franchis (*Circolo mat. di Palermo*, t. XVIII, 1903).

l et k étant deux nombres entiers assujettis seulement à certaines inégalités relatives à la convergence des développements en série. Ces fonctions φ_{lk} sont étroitement liées aux courbes algébriques de la surface K, puisque toute courbe algébrique de cette surface s'obtient en égalant à zéro une fonction intermédiaire, paire ou impaire.

Ceci posé, considérons deux courbes C_1, C_2 de la surface, ayant respectivement pour équations

$$\varphi_{l_1 k_1}(u, v) = 0,$$
$$\varphi_{l_2 k_2}(u, v) = 0,$$

et choisies de telle sorte que le déterminant formé avec les indices l_1, k_1 et l_2, k_2 soit différent de zéro; soit d'autre part une courbe algébrique quelconque C de la surface, définie par l'équation

$$\varphi_{lk}(u, v) = 0.$$

On peut déterminer trois entiers positifs ou négatifs n_1, n_2 et n (ce dernier étant différent de zéro), tels que

$$n_1 l_1 + n_2 l_2 + nl = 0,$$
$$n_1 k_1 + n_2 k_2 + nk = 0;$$

dès lors le produit

$$P = (\varphi_{l_1 k_1})^{n_1} (\varphi_{l_2 k_2})^{n_2} (\varphi_{lk})^{n}$$

est une fonction quadruplement périodique de u et v et, par conséquent, une fonction rationnelle des coordonnées d'un point de la surface, et l'expression LogP est une intégrale de différentielle totale de troisième espèce de la surface qui ne possède pas d'autres courbes logarithmiques que les courbes C, C_1, C_2. En d'autres termes, l'invariant ρ de M. Picard est *au plus égal à deux*.

On peut démontrer de la manière suivante que le nombre ρ est effectivement égal à *deux*. La surface de Kummer étant une surface régulière, il en résulte, en vertu d'un théorème général de M. Severi, que toutes ses intégrales de différentielles totales de troisième espèce sont algébrico-logarithmiques, et cette propriété, ainsi que l'a montré M. Picard (*Fonctions algébriques*. t. II, p. 246), entraîne la conséquence suivante :

Étant données $(\rho + 1)$ *courbes algébriques quelconques de la surface, on peut former une fonction rationnelle qui admette seulement ces* $(\rho + 1)$ *courbes comme lignes de zéros ou d'infinis.*

Si donc le nombre ρ était égal à l'unité pour la surface considérée K, il

existerait une fonction rationnelle s'annulant le long de la courbe C_1 et infinie le long de C_2; cette fonction de u et v serait d'ailleurs nécessairement de la forme

$$\frac{[\varphi_{l_1 k_1}(u, v)]^{m_1}}{[\varphi_{l_2 k_2}(u, v)]^{m_2}},$$

m_1 et m_2 étant deux entiers non nuls : or ceci est impossible, le déterminant formé avec les indices l_1, k_1 et l_2, k_2 étant supposé différent de zéro.

Donc : l'invariant relatif ρ est égal à *deux* pour la surface considérée (alors qu'il est égal à l'unité pour les surfaces de Kummer non singulières).

Dans l'hypothèse où les périodes g, h, g' vérifient *deux* relations singulières distinctes, il existe des fonctions intermédiaires dépendant de *trois* entiers l, k, k' et l'on démontre par un raisonnement analogue que le nombre ρ est alors égal à *trois*.

D'autre part, à l'exception du nombre ρ, tous les éléments qui interviennent dans l'expression de l'invariant ρ_0 ont même valeur dans le cas singulier que dans le cas général, d'où cette conclusion :

Lorsque les périodes g, h, g' des intégrales hyperelliptiques dont dérive une surface de Kummer sont liées par σ relations distinctes à coefficients entiers de la forme

$$Ag + Bh + Cg' + D(h^2 - gg') + E = 0,$$

le nombre ρ_0 des intégrales doubles distinctes de seconde espèce de la surface est diminuée de ce fait de σ unités.

Ce théorème met bien en évidence le caractère *arithmétique* de l'invariant absolu ρ_0 de M. Picard.

AÉRONAUTIQUE. — *Description de l'aéroplane Voisin expérimenté par MM. Farman et Delagrange.* Note (¹) de **M. G. Voisin**, présentée par M. Deslandres.

La forme générale de l'appareil a été tirée avec quelques modifications du planeur cellulaire étudié par M. O. Chanute en 1898 et 1900. L'aéroplane est composé :

1° De deux plans superposés mesurant 10^m d'envergure sur 2^m de large,

(¹) Reçue dans la séance du 23 novembre 1908.

espacés de $1^m,50$. Cette cellule forme le corps principal et porte le moteur, le pilote et le châssis d'atterrissage principal.

2° De deux plans superposés mesurant $2^m,50$ d'envergure sur 2^m de large, espacés de $1^m,50$. Cette cellule, placée à l'arrière et fixée par une armature rigide à la grande cellule d'avant, porte les petites roues et le gouvernail vertical destiné à donner la direction dans le plan horizontal.

La longueur totale de l'appareil est de $11^m,50$, y compris le gouvernail de profondeur placé à l'avant de la grande cellule et les cloisons verticales de direction qui dépassent légèrement la cellule arrière.

La surface portante totale est de 50^{m^2}, et le poids en ordre de marche, y compris le pilote, varie de 540^{kg} à 570^{kg}.

Les plans porteurs sont courbes; le maximum de la flèche se trouve au premier tiers avant et mesure $\frac{1}{14}$ de la largeur du plan.

L'appareil repose sur quatre roues, deux à l'avant et deux à l'arrière. Ces roues sont orientables, ce qui permet de prendre l'essor ou d'atterrir sous le vent latéral, qui donne alors à la machine une position relative telle que l'axe de l'ensemble n'est pas parallèle à la trace du parcours sur le sol. Ces roues, surélevées à l'avant, sont montées sur des ressorts à boudin qui peuvent, à l'atterrissage, fléchir de 60^{cm} pour atténuer le choc. Leur position sur le sol donne à la machine une incidence fixe de 8°. Sous cet angle, le soulèvement se produit entre $13^m,50$ et 14^m à la seconde. La résistance à la pénétration de l'ensemble est alors de 130^{kg} à 135^{kg}. L'énergie employée est donc de 22 à 25 HP environ.

Le rapport des composantes, traction et soulèvement, est de $\frac{1}{4}$ environ. Ce rendement, plutôt mauvais, s'explique facilement par l'intervention de la charpente qui prend, dans ce type d'appareil, une importance considérable et qui résiste à la pénétration sans produire de soulèvement.

Le moteur tourne à 1100 tours à la minute et donne, à cette vitesse, de 36 à 39 HP. L'utilisation de l'hélice au moment du soulèvement donne donc 60 pour 100. Cette hélice, placée au centre de gravité du système à l'arrière de la grande cellule d'avant, est montée directement sur l'arbre moteur. Elle mesure $2^m,30$ de diamètre et $1^m,50$ de pas. Les palettes sont courbées et attaquent l'air tangentiellement: elles mesurent $0^m,80$ de long sur $0^m,20$ de largeur moyenne. La surface est donc de $0^{m^2},16$ pour chaque palette. Cette surface, qui semble au premier abord extrêmement réduite, permet cependant, à 18 tours à la seconde, des tractions au point fixe de 150^{kg} à 170^{kg}, et ces efforts sembleront normaux lorsqu'on aura calculé la vitesse circonférencielle, laquelle atteint 130^m et même 140^m à la seconde.

Le moyeu et les bras sont en acier; les palettes, rivées au cuivre rouge sur les bras, sont en aluminium; l'ensemble pèse 14^{kg}. Malgré ce poids très réduit, l'effort centrifuge de chaque palette atteint 4000^{kg}. Cette hélice a été construite suivant les données du colonel Renard, et nous avons employé la méthode de notre regretté maître pour établir les rapports de pas, de diamètre et de vitesse.

Après le soulèvement, lorsque l'appareil aborde la marche horizontale, la vitesse de l'ensemble atteint 16^m, 17^m et même 19^m à la seconde, comme nous avons pu l'observer au cours des récentes expériences de M. Delagrange. A ces vitesses, l'angle d'incidence diminue dans des proportions telles, qu'il devient difficile de le mesurer avec quelque exactitude.

Nous avons pu, à l'aide de photographies prises en plein vol et des pellicules cinématographiques, mesurer approximativement cet angle. Nous avons observé 1° ou 2° maximum, et nous possédons des centaines de documents sur lesquels, l'action d'un courant d'air légèrement ascensionnel aidant peut-être, l'incidence est négative, la partie avant des surfaces semblant attaquer les filets fluides par le dessus de la courbe.

La forme cellulaire que nous employons est stable d'elle-même. On a exagéré beaucoup le côté acrobatique de l'aviation sur ce type d'appareil. Nous avons fait, sur des modèles absolument semblables à nos appareils, d'innombrables essais. L'aéroplane lâché dans l'espace, de n'importe quelle façon, reprend invariablement sa position normale, et atterrit toujours sans accident.

Les organes de direction sont d'une extrême simplicité. A l'avant de l'appareil, nous avons placé le gouvernail horizontal destiné à faire monter ou descendre l'appareil. Le gouvernail mesure 5^{m^2}. Il est commandé par une glissière terminée par un volant d'automobile. Sur cette glissière est monté un tambour sur lequel s'enroulent les câbles de commande du gouvernail vertical placé à l'arrière et qui mesure 1^{m^2} seulement. Le pilote possède donc sur une même commande les manœuvres sur deux dimensions. Il peut, en outre, modérer la vitesse de son moteur ou couper l'allumage suivant le cas.

Des essais répétés que nous avons faits depuis 5 ans, nous avons pu tirer quelques enseignements. S.-P. Langley avait déjà déterminé les proportions d'envergure des plans dans un aéroplane.

1° Plus un plan est développé en envergure, plus son utilisation augmente. Cette observation s'applique aussi aux palles d'hélice. Il est inutile de dépasser le $\frac{1}{6}$ de l'envergure dans la largeur du plan, le gain ne devenant pas très sensible à partir de cette proportion.

2° Les hélices aériennes, convenablement étudiées et normalement construites, peuvent atteindre des rendements excellents approchant de 80 pour 100.

3° Les plans courbes tangents à l'incidence, c'est-à-dire déviant les filets fluides sans choc, ont une valeur plus grande que les plans plats, même à très faible incidence.

4° On peut, en distribuant convenablement les surfaces, obtenir des appareils stables par leur forme même et qui rendent inutile tout dispositif d'équilibre automatique.

5° Sur une surface mesurant de 5^m à 10^m d'envergure et de $1^m,50$ à 2^m de large, sous des angles variant de 2° à 8°, à des vitesses comprises entre 13^m et 19^m à la seconde, le centre de pression se trouve entre le premier cinquième avant et le premier quart. Il est bien entendu que cette position des centres de pression est donnée par des surfaces courbées au $\frac{1}{15}$ de leur largeur et dont le maximum de la flèche est placé au premier tiers avant.

6° Le centre de pression, sur une surface déplacée sous un angle quelconque, avance sur le bord antérieur, au fur et à mesure que la vitesse augmente et que l'angle d'incidence diminue.

7° On peut, dans un appareil plus lourd que l'air, du système des aéroplanes, superposer les plans porteurs sans diminuer leur utilisation, à condition de les écarter suffisamment l'un de l'autre. Cette distance est variable avec la vitesse, avec l'angle employé et avec les dimensions des plans.

8° On peut soulever sur un appareil cellulaire de 50^{m^2} à charpente extérieure de $12^{kg},500$ à 13^{kg} par cheval-vapeur et faire progresser l'ensemble à 65^{km} à l'heure.

NAVIGATION. — *Sur la compensation des compas de grand moment magnétique.* Note de M. **Louis Dunoyer**, transmise par M. E. Guyou.

J'ai montré, dans une Note précédente (¹), que la force exercée sur les pôles d'un compas par les sphères de fer doux correctrices, aimantées sous l'influence du compas, n'a la même loi de variation avec le cap qu'aucune des forces produites par le navire soumis à l'induction terrestre. Il semble donc que l'existence de cette force rende toute compensation rigoureuse impossible. Je me propose aujourd'hui d'établir que la loi de variation de

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLVII, 1908, p. 834.

cette force est précisément telle que cette compensation peut être faite cependant d'une manière rigoureuse ce qui, je crois, n'avait pas encore été démontré.

Soit en effet O le centre du compas, OU le plan de symétrie apparente des fers doux, A et A' les centres des sphères correctrices de rayon a, à la même distance b du point O; ON la direction du nord magnétique. L'angle φ de ON avec OU est égal au cap magnétique à une constante près.

Le compas est soumis aux forces suivantes :

1° Une force constante F_1 dirigée vers le Nord et une force constante F_3 dirigée suivant ON' symétrique de ON par rapport à OU. Ces forces sont dues à l'induction du navire sous l'influence du champ terrestre;

2° Aux forces dues à l'induction des correcteurs en fer doux sous l'influence des forces F_1 et F_3. On démontre (¹) que ces nouvelles forces sont dirigées également suivant ON et ON'. Soient F'_1 et F'_3 les forces totales dirigées respectivement suivant ON et ON';

3° Une force due à l'aimantation prise par les sphères de fer doux sous l'influence du compas; cette force est équipollente à la projection sur AA' d'un vecteur constant égal à $2M\frac{a^3}{b^6}P$, dirigé suivant l'axe magnétique du compas troublé (²).

La résultante de toutes ces forces est OF; il est clair que, pour une valeur donnée de l'angle φ et une valeur convenable du moment magnétique M, le point F sera situé sur la ligne ON; la déviation sera nulle pour le cap correspondant; montrons qu'elle est alors toujours nulle. Projetons le contour $OF'_1F'_3F$ sur OE, perpendiculaire à ON; nous avons

$$0 = F'_3\cos\left(-\frac{\pi}{2}+2\varphi\right)+2M\frac{a^3}{b^6}P\sin(-\varphi)\cos\varphi$$

ou

$$\sin 2\varphi\left(M\frac{a^3}{b^6}P - F'_3\right) = 0.$$

Si cette équation est vérifiée pour une valeur de φ différente de 0 et de $\frac{\pi}{2}$, elle sera toujours vérifiée. La compensation est donc possible; elle sera réalisée quand on aura, au lieu de $F'_3 = 0$ comme pour le compas Thomson, $M\frac{a^3}{b^6}P = F'_3$.

On peut d'ailleurs retrouver ce résultat géométriquement. La force due

(¹) E. Guyou, *Manuel des instruments nautiques*, p. 96.

(²) *Comptes rendus*, *loc. cit.*

à l'aimantation prise par les deux globes de fer doux sous l'influence du compas peut être considérée comme la résultante de deux forces constantes, égales à $M\frac{a^3}{b^6}P$, et dirigées, l'une F_4 suivant l'axe magnétique du compas troublé, et l'autre F'_4 suivant la direction symétrique de celle-ci par rapport à la ligne des centres des sphères. Supposons qu'on place l'axe magnétique du compas suivant ON; la force F'_4 est alors dirigée suivant N'O'; si elle est égale à F'_3, c'est-à-dire si l'on a

$$M\frac{a^3}{b^6}P = F'_3,$$

toutes les forces agissant sur le compas seront parallèles à ON, et la compensation sera effectuée.

Pour réaliser cette compensation, il faudra se servir de Tables numériques que l'équation ci-dessus jointe à l'équation de notre précédente Note donnant δ_m permettent de calculer en partant d'expériences simples exécutées à terre.

Ces équations permettent aussi de calculer exactement les erreurs qui apparaîtront dans les indications d'un compas, exactement compensé dans un lieu donné, quand on changera de latitude. On trouve ainsi que les indications d'un compas de moment magnétique M = 2300 C.G.S., exactement compensé à Brest pour une déviation maxima (due aux fers doux) de 23°, seront entachées à Port-Saïd d'une erreur atteignant le maximum de 12°.

Cet exemple montre nettement que si l'on veut pouvoir compter sur les indications d'un compas de grand moment magnétique, au cours d'une navigation comportant des changements de latitude assez rapides, il faudra modifier, au moins jour par jour, la place des correcteurs de fers doux. Cela nous paraît constituer un inconvénient très grave de ces compas. Notons que c'est surtout pour éviter cet inconvénient que, lord Kelvin a donné à son compas le moment magnétique le plus faible qui fût compatible avec la sensibilité dont les pivots sont susceptibles.

PHYSIQUE. — *Sur le dichroïsme magnétique de la calcite et de la dolomie dans les liqueurs mixtes.* Note de M. **Georges Meslin.**

En continuant mes recherches sur le dichroïsme magnétique des liqueurs mixtes constituées par l'association d'un liquide et d'une substance cristallisée anisotrope, j'ai été amené à étudier d'abord, parmi les espèces natu-

relles, celles qui présentent une forte biréfringence, telles que le spath, la dolomie, la giobertite, l'aragonite, etc. Les deux premières substances offrent des particularités que je crois intéressant de signaler : elles fournissent l'une et l'autre un grand nombre de liqueurs actives ; mais, tandis que ces deux corps présentent de fortes ressemblances à de multiples points de vue (composition, forme cristalline, isomorphisme, etc.), ils donnent naissance à des liqueurs qui ont *exactement des propriétés inverses en ce qui concerne le dichroïsme magnétique*.

C'est ce qui résulte du Tableau suivant, où l'on a réuni les résultats obtenus avec les différents liquides dont les noms et les indices figurent dans les deux premières colonnes, de façon à mettre en même temps en évidence la loi que j'ai formulée au sujet des indices :

		Calcite. — Dichroïsme magnétique	Dolomie. — Dichroïsme magnétique.	Dolomie. — Dichroïsme spontané.
Eau	1,33	+	—	—
Alcool méthylique	1,33	+	—	—
Alcool éthylique	1,36	+	—	—
Acide acétique	1,37	+	—	—
Alcool amylique	1,407	+	—	—
Pétrole	1,44	+	—	—
Térébenthène	1,469	+	—	—
Toluène	1,495	+	—	—
Benzène	1,500	+	—	—
Nitrobenzine	1,55	+	—	—
Aniline	1,58	+	—	—
Mélanges de benzine et de sulfure de carbone	1,583	+	—	—
	1,592	+ faible		
	1,597	+ faible		
	1,603	— tr. faible		
	1,616	—	+	
Sulfure de carbone	1,628	—	+	

Les liqueurs formées avec la dolomie présentent en outre un dichroïsme spontané qui est de même signe que le dichroïsme magnétique, bien que le champ magnétique soit ici perpendiculaire au champ de la pesanteur.

Ce Tableau, qui montre à quel point les propriétés magnétiques de la calcite et de la dolomie sont opposées, permet l'estimation de l'indice efficace, c'est-à-dire de l'indice pour lequel il y a renversement du signe du

dichroïsme; cet indice est voisin de 1,600 pour la calcite et la dolomie; pour l'aragonite, qui se comporte comme le spath au point de vue du signe du dichroïsme, il est légèrement supérieur.

ÉLECTRICITÉ. — *Influence de la pression sur les phénomènes d'ionisation : Courbes de courant et courbes à champ constant*. Note de M. E. **Rothé**, transmise par M. Lippmann.

La mesure des courants d'ionisation produits par les champs faibles est moins simple que celle des courants de saturation. On peut se servir de l'électromètre à la fois comme ampèremètre et voltmètre en opérant comme il suit.

Le potentiel du plateau A du condensateur [1] étant V, celui du plateau B récepteur des charges a une valeur V_1 quand la déviation de l'électromètre correspond à la division 100 de l'échelle; il atteint la valeur V_2 quand la déviation de l'électromètre correspond à la division 200. En mesurant le temps nécessaire à l'aiguille pour passer de 100 à 200, on ne peut obtenir par la méthode habituelle que l'intensité moyenne du courant, pour une différence de potentiel variable comprise entre $V - v_1$ et $V - v_2$. Par approximation, on suppose que la différence de potentiel correspondant à cette intensité moyenne a conservé la valeur moyenne $V - \frac{v_1 + v_2}{2}$. Afin de rendre le terme correctif $\frac{v_1 + v_2}{2}$ aussi faible que possible, on augmente la capacité en mettant B en relation avec l'armature interne d'un condensateur cylindrique de capacité variable.

J'appellerai, dans la suite, *courbes de courant* les courbes tracées en portant en abscisses les différences de potentiel corrigées et en ordonnées les intensités moyennes du courant.

Pour les champs très faibles, l'intensité est d'autant plus petite que la pression est plus grande.

Comme, d'autre part, l'intensité du courant de saturation varie proportionnellement à la pression, *deux courbes de courant tracées pour deux*

---

[1] Voir la description du dispositif dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 2 novembre 1908).

pressions quelconques se coupent forcément en un certain point, pour lequel l'intensité est la même pour les deux valeurs différentes de la pression.

Si l'on trace sur un même diagramme plusieurs courbes d'ionisation correspondant à des pressions différentes, on constate que ces courbes chevauchent les unes sur les autres, comme on peut s'en rendre compte par les exemples ci-dessous.

I. — *Intensité.*

Voltage	3,4	5,4	7,4	9,4	10,7	12,7	14,7	18,7	22,7	26,7	30,7
$p_1 = 38^{cm},5$ de merc.	18	31,25	37	40	42,4	42,6	42,6	42,6	Saturation.		
$p_2 = 55$	17	30,25	40,7	47	50	54	60	61,5	61,5	61,5	»
$p_3 = 74,9$	14	27	34,5	45	54	62,5	66	68	71,3	72,4	72,6

II. — *Intensité.*

Voltage	3,4	7,4	10,7	14,7	16,7	18,7	22,7	26,7	30,7	34,7	38,7	42,7	46,7
$p_1 = 1^{atm}$	18,2	35,2	56,5	66	68,4	75,2	76,25	80	81,5	81,5	Saturation.		
$p_2 = 1^{atm},5$	15,2	28,6	45,4	62,5	70,4	87	96,2	99	103,6	105,3	111,2	112,6	115,26
$p_3 = 2^{atm}$	12,6	23,9	40	56,4	70	80,7	93	111,2	115,25	135	143	145	153,7

J'ai tracé ainsi une vingtaine de groupes de courbes.

On constate aisément que, *pour une valeur déterminée du champ, il existe une valeur de la pression pour laquelle l'intensité du courant est maxima.*.

J'ai déterminé directement le maximum pour un grand nombre de voltages différents, en faisant varier la pression, le champ restant constant, et j'ai tracé des *courbes à champ constant* en portant en abscisses les pressions et en ordonnées les intensités.

I. — *Voltage de A* : 16,7 volts.

Pression en atm.	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
Intensité	43	46,5	50	51,6	52	53,3	54	53,2	52,7
	1,9	2	2,3	2,5	3	3,5	4	5	
	51,25	50	47,2	45,4	41,7	37	35,7	32,3	

II. — *Voltage de A* : 28,7 volts.

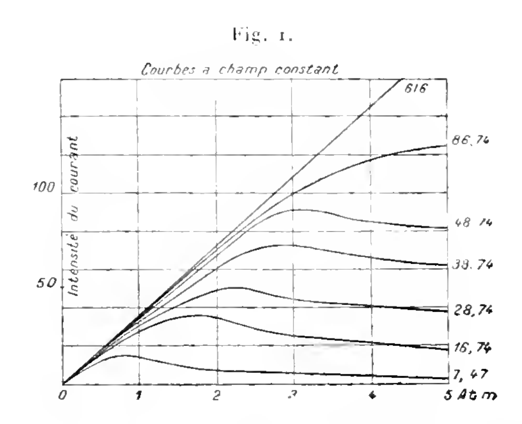
Pression en atm.	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25
Intensité	81,9	94,3	101	103	104	117
	2,5	2,75	3	3,5	4	5
	104	103	100	97,4	95,75	91,7

Pour les champs faibles le maximum est atteint au-dessous de 5^{atm}. Pour

les différences de potentiel supérieures à 80^{volts} les courbes à champ constant présentent une branche ascendante jusqu'à 5^{atm}.

Pour les champs intenses produisant la saturation, la courbe à champ constant est une droite, comme je l'ai montré récemment. Dans la figure j'ai réuni quelques-unes de ces courbes ramenées à la même échelle. Elles

Fig. 1.



ressemblent beaucoup à celles qu'a obtenues M. Retschinsky pour les ions du radium aux pressions inférieures à la pression atmosphérique et pour des champs faibles. Mes résultats, relatifs aux ions des rayons X, s'étendent de la pression de $0^{atm},1$ à 5^{atm}, et généralisent les siens.

Bien que l'existence du maximum paraisse liée à la variation du coefficient de recombinaison des ions sous l'influence de la pression, je me contente pour le moment de présenter ces résultats comme des faits expérimentaux indépendants de toute hypothèse et de toute théorie.

PHYSIQUE. — *Sur le pouvoir rotatoire aux basses températures et sur la liaison entre l'absorption de la lumière et la polarisation rotatoire dans les cristaux de cinabre.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. Poincaré.

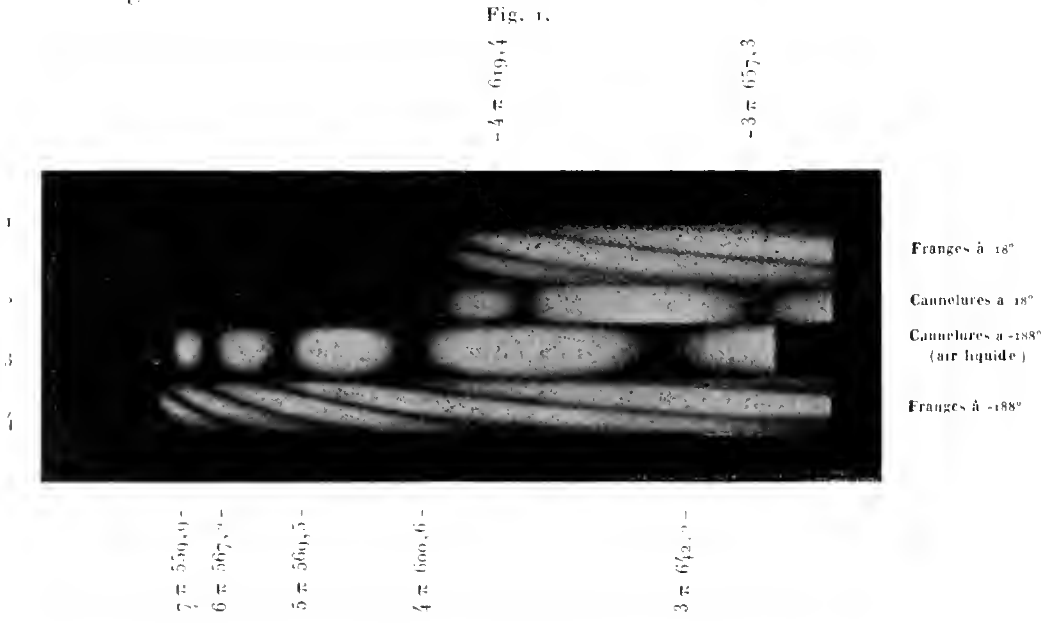
On sait que M. Cotton [1], dans une série d'importantes recherches, a établi que certaines solutions de composés doués du pouvoir rotatoire absorbent inégalement deux vibrations circulaires de sens opposés et a montré que dans les bandes d'absorption la loi de dispersion rotatoire est modifiée.

---

(1) A. Cotton, *Thèse de Doctorat*, 1896.

Cette liaison entre l'absorption et le pouvoir rotatoire n'a pas encore été étendue expérimentalement aux *cristaux* actifs. La question présentait cependant un grand intérêt, car elle ne se bornait pas à une généralisation des phénomènes observés par M. Cotton : on a, en effet, attribué l'activité des solutions et celle des cristaux à des causes différentes et l'on a distingué le pouvoir rotatoire *moléculaire*, appartenant aux molécules elles-mêmes, du pouvoir rotatoire *cristallin* provenant d'un empilement régulier de lamelles biréfringentes.

Fig. 1.



J'ai pensé qu'il était important d'étudier le pouvoir rotatoire du *cinabre*. L'activité de ce cristal, considérablement plus grande que celle des autres corps, avait seulement été indiquée par Descloizeaux et sa dispersion rotatoire n'était pas connue. D'autre part, ce cristal rouge, qui ne laisse passer qu'une partie des radiations visibles, était tout désigné pour l'étude des effets dus au voisinage d'une région absorbée.

J'ai observé la polarisation rotatoire avec des cristaux que M. Lacroix a eu l'amabilité de me prêter et avec diverses lames taillées par M. Werlein avec une remarquable habileté. M. Werlein a réussi à obtenir une lame normale à l'axe, de $1^{mm},502$ d'épaisseur (largeur 2^{mm}, longueur $2^{mm},5$) *absolument homogène* et *à faces bien parallèles*. Cette lame lévogyre a permis d'obtenir, avec le spectrographe que j'ai monté depuis plusieurs années au Muséum, les photographies reproduites sur la figure ci-dessus :

Les spectres 2 et 3, placés de manière que les radiations de même longueur d'onde soient juxtaposées, représentent les cannelures de Fizeau et Foucault, obtenues en disposant la lame de $1^{mm},502$ entre deux nicols croisés aux températures de 18° et de — 188° (air liquide). Les longueurs d'onde des radiations éteintes, ainsi que les rotations correspondantes (multiples de π) sont indiquées sur la figure. La cannelure qui touche la bande d'absorption, à — 188°, correspond à une rotation de 1260°. Cette rotation nécessite entre les indices de réfraction des vibrations droites et gauches une différence de 0,002608 et est trente-six fois supérieure à celle que donne, pour la même radiation et à — 188°, une même épaisseur de quartz.

Les spectres 1 et 4 donnent la courbe de dispersion rotatoire aux températures de 18° et de — 188°. Ils ont été obtenus par la méthode suivante : le cristal est placé entre deux nicols à 45° de l'horizontale, dont l'un est derrière la fente du spectrographe ; contre cette fente est disposé un compensateur de Babinet, dont la frange centrale est normale à la fente ; une lame quart d'onde placée entre le cristal et le compensateur transforme deux vibrations circulaires en deux vibrations rectilignes dont le compensateur permet de mesurer la différence de marche. Le spectre est ainsi sillonné de lignes noires qui relient obliquement les points d'intersection des cannelures avec les franges du compensateur, points qui seraient seuls obscurs dans le spectre si l'on supprimait la lame quart d'onde.

Comme la biréfringence du compensateur n'est pas rapidement variable sur une faible portion du spectre, la courbe formée par chacune des lignes noires est très voisine de la courbe de dispersion rotatoire, qu'on peut d'ailleurs tracer exactement, connaissant la biréfringence du compensateur pour chaque longueur d'onde.

On voit sur le spectre 2 que le pouvoir rotatoire augmente rapidement auprès de la région absorbée. Si l'on refroidit jusqu'à — 188° (spectre 3) le jaune et une partie du vert se découvrent et la couleur du cristal devient orangée ; la bande d'absorption se déplace sans doute et, en tous cas, elle se rétrécit, car le bord devient plus net. Cet effet est d'accord avec les phénomènes que j'avais observés pour les bandes fines des terres rares. Enfin, la grande rotation ne se produit plus dans l'orangé, elle est rejetée dans le vert : *la grande dispersion rotatoire accompagne le bord de la bande et il apparaît ainsi d'une façon évidente qu'elle est liée à l'absorption.*

Si l'on observe le spectre pendant le réchauffement progressif de la lame, on voit les cannelures se mettre en mouvement vers le rouge, et avec la lame de $1^{mm},5$ trois d'entre elles sont successivement envahies par la bande

d'absorption. *Le pouvoir rotatoire diminue donc, pour une même longueur d'onde, par l'effet du refroidissement.*

J'ai retrouvé cet effet, mais à un degré bien moindre, dans le quartz. La diminution du pouvoir rotatoire du quartz, à peu près proportionnelle pour chaque longueur d'onde à la rotation correspondante, est de $\frac{1}{43}$; pour la lumière du sodium, j'ai mesuré une rotation de 21°,71 par millimètre à la température ordinaire et de 21°,20 à la température de l'air liquide.

J'ai observé que le cinabre possède un *pouvoir rotatoire magnétique* considérable; il me paraît intéressant d'étudier les effets dus à la superposition du pouvoir rotatoire naturel et du pouvoir rotatoire magnétique, et aucun corps ne convient mieux que le cinabre pour entreprendre cette recherche.

PHYSIQUE. — *Sur la théorie de l'absorption dans les gaz.* Note de M. **L. Bloch**, présentée par M. E. Bouty.

La théorie de la dispersion, sous la forme que lui a donnée Drude ([1]), suppose que les électrons (libres ou liés) sont soumis à une force de frottement dont le travail est égal à l'énergie absorbée. Le coefficient de frottement r est regardé comme constant (indépendant de la longueur d'onde).

Il est établi que, dans le cas des métaux (électrons libres), on arrive à une interprétation satisfaisante des forces de frottement en regardant l'absorption comme le résultat du choc des corpuscules contre les molécules du métal ([2]). Seulement, le coefficient de frottement devient fonction de la longueur d'onde. A la conductibilité spécifique σ_∞ valable pour les courants continus, il faut substituer la conductibilité σ_λ relative à la période T ([3]).

Si l'on veut étendre au cas des gaz (électrons liés) les considérations cinétiques qui semblent réussir dans le cas des métaux, on se représentera chaque molécule gazeuse comme formée d'un électron gravitant autour d'un centre positif. Pendant le temps qui sépare deux chocs, la molécule accumule de la force vive relative, en quantité égale au travail relatif fourni par la force électrique alternative de l'onde. Par l'effet des chocs, la force

---

([1]) P. Drude, *Lehrbuch d. Optik*, 2e édition, p. 362 et suiv.

([2]) L. Bloch, *Libre parcours et nombre des électrons dans les métaux* (*Comptes rendus*, novembre 1907).

([3]) *Cf.* J.-J. Thomson, *Phil. Mag.*, août 1907.

vive moyenne accumulée de la sorte est, en vertu du principe d'équipartition, répartie uniformément entre les divers degrés de liberté du système, il y a élévation de température du gaz. Nous allons montrer que cette conception conduit à envisager le coefficient de frottement comme variable avec la longueur d'onde.

Un calcul de ce genre a déjà été indiqué par Walker ([1]) et effectué par H.-A. Lorentz dans un important Mémoire sur l'absorption et l'émission des corps gazeux ([2]). Nous gardons les hypothèses simples de Walker sur la structure des molécules gazeuses, sur la petitesse des excentricités et des perturbations des orbites. Les résultats obtenus demeureront vrais jusqu'au voisinage tout à fait immédiat de la résonance. Nous maintenons aussi les hypothèses de Lorentz, savoir qu'en l'absence d'onde les valeurs de l'élongation et de la vitesse après un choc sont réparties au hasard, et qu'en présence de l'onde l'effet moyen des chocs est de redonner précisément la même répartition. Notre calcul se sépare de celui de Lorentz en ce que nous n'employons pas la polarisation moyenne (qui n'intervient pas directement dans la théorie), mais le courant de déplacement moyen.

En calculant la force vive moyenne absorbée par le gaz pendant 1 seconde et l'égalant à l'énergie dissipée pendant le même temps d'après le théorème de Poynting, on obtient aisément le coefficient d'absorption $\varkappa$ et par suite le coefficient de frottement r. Le résultat est le suivant : soient m_1, m_2, e, les masses et la charge de l'électron et du centre positif; t_1 le temps du libre parcours des molécules du gaz, n_0 la fréquence propre de vibration, n la fréquence de l'onde étudiée. Le gaz se comporte, sous l'effet des chocs, comme s'il se composait de particules chargées (d'une seule espèce) possédant une masse m définie par la relation

$$\frac{1}{m} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}\right)$$

et un coefficient de frottement ([3])

$$r = \frac{m'}{t_1}\left(1 + \frac{n_0^2}{n^2}\right) \qquad (m' = m : e^2). \tag{1}$$

Ce coefficient est fonction de la longueur d'onde, comme le coefficient ana-

---

([1]) G. WALKER, *On the Theory of refraction in gases* (*Phil. Mag.*, 6, 1903).

([2]) H.-A. LORENTZ, *Proceed. Amsterdam*, t. VIII, 2, 1905.

([3]) Le résultat ne prend cette forme simple que si l'on néglige $\frac{1}{t_1^2}$ devant n^2 et n_0^2, ce qui est legitime lorsqu'on attribue à t_1 la valeur exigée par la théorie cinétique des gaz.

logue σ_{λ} qui intervient dans la théorie des métaux. Il est d'autant plus grand que la période propre est plus éloignée dans l'ultra-violet et qu'on étudie des longueurs d'onde plus grandes. Dans le cas de la résonance ($n^2 = n_0^2$), on trouve

$$r = \frac{2m'}{t_1}. \qquad (2)$$

C'est l'expression qui convient au cas des métaux pour λ infini, lorsqu'on remplace t_1 par la valeur t_2 appropriée à ce cas ([1]). C'est aussi la formule que donne le calcul de Lorentz.

Il est difficile, en l'absence de données expérimentales, de chercher une vérification des formules (1) ou (2). En s'appuyant sur un résultat d'Ångström, Lorentz a essayé de montrer que la formule (2) conduit à une valeur de t_1 beaucoup plus faible que la valeur fournie par la théorie cinétique des gaz. Des expériences récentes de J. Becquerel suggèrent pourtant l'idée que le paramètre t_1 intervenant dans les formules est bien le temps du libre parcours des molécules. Ces expériences, relatives au phénomène de Zeeman dans les cristaux, ont montré que le coefficient de frottement r varie très sensiblement *comme la racine carrée de la température absolue* ([2]). Si nous admettons les formules (1) et (2) avec la valeur de t_1 donnée par la théorie cinétique, on peut prévoir que la loi énoncée doit être vraie dans le cas des gaz.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le magnétisme des terres rares.* Note de MM. **G. Urbain** et **G. Jantsch**, présentée par M. Haller.

Deux éléments voisins du groupe des terres rares se différencient très nettement par leurs propriétés magnétiques. Les coefficients d'aimantation sont entre eux comme 1 est à 5 pour des oxydes aussi voisins que la samarine et l'europine, l'europine et la gadoline, alors que les solubilités de leurs sels sont presque identiques et leurs poids atomiques peu différents.

L'étude du magnétisme des terres rares présente donc un intérêt manifeste. Les mesures magnétiques permettent d'être immédiatement renseigné sur la composition de mélanges qui n'admettaient pas jusqu'ici d'autre méthode d'analyse que la détermination, toujours très délicate, des poids atomiques moyens.

([1]) *Cf.* L. Bloch, *loc. cit.*

([2]) J. Becquerel, *Le Radium*, septembre 1907.

Nous donnons ici le résultat de mesures qui ont porté sur des oxydes purs du type X^2O^3 et qui ont été faites avec l'appareil si pratique de P. Curie et Cheneveau. La précision de ces mesures ne dépasse pas le quarantième, mais il serait probablement illusoire de chercher à déterminer le magnétisme d'une poudre avec une précision plus haute.

M. Stephan Meyer, de Vienne (*Sitzungsberichte der R. Acad. zu Wien*, t. CX, 1901), a déjà déterminé le magnétisme de divers échantillons de sels de terres rares qu'il n'avait pas préparés lui-même et dont il n'avait probablement pas vérifié la pureté, car il n'a pas observé la particularité la plus remarquable que présente la série des terres rares au point vue où il s'est placé; et les conséquences théoriques qu'il a cru pouvoir déduire de ses mesures ne sont pas correctes.

Ce physicien a trouvé que si l'on range les terres rares par ordre de poids atomiques croissants, depuis le lanthane jusqu'à l'ancien ytterbium, le magnétisme passe par un maximum. Il voit là une analogie complète, au point de vue magnétique, entre le groupe des terres rares et le groupe du fer.

Il attribue, en effet, au samarium un magnétisme deux fois plus grand environ que celui du néodyme, alors qu'avec des échantillons spectroscopiquement purs il se trouve être cinq fois plus petit.

En réalité le magnétisme admet dans la série des terres rares deux maximums. Le groupe cérique admet un maximum et le groupe yttrique un autre; chacun de ces groupes se présente donc au point de vue magnétique comme le groupe du fer. Le lanthane, premier terme du groupe cérique, est diamagnétique. Le praséodyme est paramagnétique, mais il l'est moins que le néodyme qui l'est environ 5 fois plus que le samarium. De même, l'europium est beaucoup moins magnétique que le gadolinium et le magnétisme continue à croître du gadolonium au terbium, du terbium au dysprosium. Il est impossible de se prononcer sur le magnétisme du holmium, qui n'a pas encore été isolé, mais il est certainement fort élevé. L'erbium, le thulium, le néoytterbium et enfin le lutécium correspondent à des valeurs décroissantes des coefficients d'aimantation.

Il peut être intéressant de signaler que, par l'isomorphisme de ses sels avec ceux des terres rares, de même type, le bismuth, qui est diamagnétique, s'intercale précisément entre le dernier terme et la série cérique (samarium) et le premier terme de la série yttrique (europium).

Le Tableau suivant met en évidence les remarques précédentes. Les coefficients d'aimantation $x\,10^6$ qui y figurent ont été déterminés par rapport au

sulfate de cobalt $CoSO^4, 7H^2O$ pour lequel nous avons adopté la valeur $x\,10^6 = 39,7$ donnée par M. Meslin (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. VII, février 1906). Ces nombres se rapportent aux oxydes provenant des oxalates. Ces oxydes doivent être fraîchement calcinés pour donner des nombres concordants. Le peroxyde de terbium a été réduit au rouge dans un courant d'hydrogène.

Éléments..........	néodyme	samarium	europium	gadolinium	terbium	dysprosium
Poids atomiques....	144,3	150,4	152	157,3	159,2	162,5
$x\,10^6$.............	33,5	6,5	33,5	161	237	290

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les variations de la composition des colloïdes qui se forment dans une solution de* $FeCl^3$ *selon les conditions de l'hydrolyse.* Note de M. **L. Michel**, présentée par M. Roux.

Dans une Note précédente, j'ai montré avec quel degré d'exactitude, en se servant de la méthode de filtration au collodion, on peut reconnaître quelle est la distribution des éléments dans une solution colloïdale. Que l'on étudie, dès le début et successivement, tous les changements qui ont lieu dans une solution de $FeCl^3$ en voie d'hydrolyse : les mesures de la conductivité électrique permettent de suivre la marche du processus d'hydrolyse; l'examen optique nous fait assister à la formation du colloïde et, par l'analyse comparative, de la liqueur colloïdale entière et du liquide filtré au travers du collodion; on peut à chaque moment établir combien d'atomes de Fe et de Cl se trouvent à l'état de $FeCl^3$ et HCl, et combien ont passé à constituer les micelles, que la membrane retient.

Nous avons montré, M. Malfitano et moi, que les moindres changements dans la concentration, la température, le mode et la durée du chauffage, ainsi que l'addition d'autres électrolytes, de HCl, par exemple, ont une influence très manifeste sur la marche de l'hydrolyse et, partant, sur la quantité de colloïde formé. Or, lorsqu'on modifie tant soit peu la marche de l'hydrolyse, il se forme des micelles douées de propriétés différentes, et dont la composition varie entre des limites très larges.

Je vais exposer ici les résultats d'une série systématique d'analyses et j'envisagerai comment la composition des micelles, exprimée par le rapport Cl : Fe, varie selon le mode de leur formation.

1° *Variation de la composition moyenne des micelles pendant l'hydrolyse.* — Dans une solution de $FeCl^3$: 10 à 50° (maintenue dans un thermostat oscillant entre

50° et 50°, 2), on fait des prises après des temps successifs de 15, 20, 38, 45 heures, comptées à partir du moment où la température de la solution a atteint 50°. La quantité de colloïde va en augmentant et sa composition varie, de sorte que le rapport Cl : Fe devient respectivement : 1 : 2,30 ; 1 : 3,22 ; 1 : 2,58 ; 1 : 2,53.

Dans la solution $FeCl^3$: 25° à 50°, la composition du colloïde, après 25, 75, 150 heures, était respectivement : Cl : Fe = 1 : 4,15 ; 1 : 3,79 ; 1 : 3,96.

Une solution de $FeCl^3$: 10 à 100° était préparée en faisant le mélange avec de l'eau à 100° dans un bain-marie bouillant. Dans les portions prises, la première aussitôt le mélange fait et les suivantes après 30, 60 et 180 minutes, la composition des micelles était respectivement : Cl : Fe = 1 : 4,94 ; 1 : 4,04 ; 1 : 4,45 ; 1 : 5,31.

2° *Influence du mode de chauffage.* — Trois solutions ayant, autant que possible, la même concentration étaient chauffées à 100°, de sorte que cette température était atteinte dans les mélanges avec une rapidité différente, et pour toutes les trois était maintenue ensuite 15 minutes. La première, obtenue en mélangeant une solution concentrée avec de l'eau à 100° dans un bain-marie bouillant, était rouge brun, opalescente et très stable ; pour la deuxième, le mélange fait à froid était plongé dans le bain-marie bouillant, de sorte qu'il atteignait 100° après 10 minutes ; la liqueur était ocre opaque avec un léger sédiment ; la troisième était obtenue en plongeant le mélange dans le bain-marie à froid et en chauffant doucement, de manière à atteindre 100° après 2 heures ; le colloïde formé était alors complètement déposé et de couleur jaune ocreux. Dans ces trois colloïdes, Cl : Fe était respectivement 1 : 6,38 ; 1 : 3,63 ; 1 : 3,38.

3° *Influence de la concentration.* — Dans des solutions dont le titre était environ $FeCl^3$: 10, $FeCl^3$: 25, $FeCl^3$: 250, chauffées à 50° pendant 21 heues, on a séparé des colloïdes où Cl : Fe était respectivement 1 : 1,60 ; 1 : 4,15 et 1 : 19,20. Ces liqueurs étaient, la première jaune ocre opaque avec sédiment ; la deuxième, jaune ocre fortement opalescente et partiellement sédimentée ; la troisième, rouge brun, transparente, mais opalescente et d'ailleurs très stable. Des solutions pareilles, après avoir été chauffées à 100° pendant 15 minutes, étaient, la première jaune opaque, les deux autres rouge brun, opalescentes, et leur composition respective était 1 : 1,35 ; 1 : 4,1 ; 1 : 12,8.

4° *Influence de la température maxima atteinte.* — Trois portions de la même solution environ $FeCl^3$: 10 étaient chauffées dans des tubes scellés à des températures différentes : la première après 15 heures à 50° contenait du colloïde jaune ocre, en partie sédimenté ou Cl : Fe = 1 : 1,6 ; la deuxième, chauffée 15 minutes à 100°, contenait aussi du colloïde jaune ocreux en partie sédimenté et Cl : Fe = 1 : 4,2 ; la troisième, chauffée à 134° à l'autoclave, contient du colloïde ocreux complètement déposé ou Cl : Fe = 1 : 4,6.

5° *Influence de l'addition de* HCl. — On chauffe à 100° une solution de $FeCl^3$: 25. Le colloïde qui se forme est rouge, finement divisé Cl : Fe = 1 : 4,51 ; une solution au même titre contenant HCl : 250 avait formé du colloïde rouge, mais à micelles plus volumineuses Cl : Fe = 1 : 4,64 ; enfin, lorsque la teneur était HCl : 50, il se formait très peu de colloïde jaune ocreux à grosses micelles en partie sédimentées Cl : Fe = 1 : 4,76.

Ces résultats peuvent se résumer ainsi :

1° A mesure que l'hydrolyse progresse, la quantité de colloïde augmente, et sa composition varie irrégulièrement.

2° La richesse en Cl du colloïde varie avec la rapidité avec laquelle la température s'élève; elle est généralement plus grande lorsqu'on chauffe lentement les solutions de $FeCl^3$.

3° Le colloïde est d'autant plus pauvre en Cl que la température maxima atteinte est plus élevée et que la concentration de la solution de $FeCl^3$ est plus faible.

4° En ajoutant HCl aux solutions de $FeCl^3$, la quantité de colloïde formé est moindre et, ceci est remarquable, sa teneur en Cl est aussi moindre.

PHYSICO-CHIMIE. — *Remarque sur les propriétés magnétiques des corps simples.* Note de M. **P. Pascal**, présentée par M. D. Gernez.

J'ai montré récemment ([1]) qu'il y avait un rapport étroit entre les propriétés magnétiques et les propriétés chimiques d'un métal à l'état de sel simple ou complexe. Cette relation semblant plus que qualitative, il m'a paru intéressant de chercher s'il n'existait pas une relation numérique entre les susceptibilités magnétiques des corps simples et certaines constantes définissant leurs propriétés chimiques (poids atomiques, valence, etc.).

J'ai borné mon étude aux éléments diamagnétiques, qui doivent *a priori* donner les résultats les plus simples; le paramagnétisme se présente en effet comme une propriété variable avec la température, l'état physique, et masquant un diamagnétisme fondamental sous-jacent.

Si l'on définit la susceptibilité atomique χ_a d'un corps comme étant le produit de sa susceptibilité spécifique χ_s par son poids atomique a, on peut faire jouer à cette quantité un rôle analogue à la *chaleur atomique*, dont la constance approchée constituait la loi de Dulong et Petit. On peut énoncer en effet la règle suivante :

La susceptibilité atomique est une fonction exponentielle du poids atomique, pour des corps diamagnétiques de même valence et de propriétés chimiques analogues.

On doit donc avoir la relation

$$\log \chi_a = \alpha + \beta a,$$

α et β étant deux constantes, qui, nous le verrons, ne dépendent que de

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLVII, nos 1, 4 et 17; *Journal de Physique*, déc. 1908.

la valence ; α varie peu et semble correspondre à une propriété fondamentale de la matière ; β croît régulièrement avec la valence.

Pour vérifier cette loi, j'utilise trois sortes de nombres :

1° Ceux que j'ai obtenus par la méthode du tube en U, appliquée au chlore liquide, au brome et au phosphore, préparés à l'état d'extrême pureté. En prenant pour susceptibilité de l'eau, $7,5.10^{-7}$, j'obtiens pour ces corps les susceptibilités :

	Cl.	Br.	P.
χ_s	$-5,90.10^{-7}$	$-3,99.10^{-7}$	$-8,84.10^{-7}$

2° Les chiffres de Curie, qui se rapprochent d'ailleurs beaucoup des miens.

3° Les chiffres de Kœnigsberger et St. Meyer, au moins pour le sélénium et le tellure, qu'ils ont obtenus à l'état de grande pureté.

On obtient alors les résultats suivants :

Première famille de métalloïdes.

$$\log(-10^7.\chi_a) = 2,2 + 0,0037a.$$

En effet, on a :

	Cl.	Br.	I.
Calculé	2,3311	2,5040	2,6674
Observé.................	2,3201	2,5038	2,6667

Deuxième famille de métalloïdes.

$$\log(-10^7.\chi_a) = 2,07 + 0,00418a.$$

En effet :

	S.	Se.	Te.
Calculé	2,2040	2,4010	2,5925
Observé.................	2,2006	2,3984	2,5994

Troisième famille de métalloïdes.

$$\log(-10^7.\chi_a) = 2,26 + 0,00564a.$$

En effet :

	P.	As.	Sb.	Bi (à 20°).
Calculé	2,4348	2,683	2,9379	3,4361
Observé......	2,4358	»	2,8895 (1)	3,4263

Comme toujours, les premiers corps de chaque famille font exception.

La loi précédente n'est pas soumise, comme la loi de Dulong et Petit, à la restriction d'état physique, car la susceptibilité magnétique spécifique

(1) Déduit d'un antimoine un peu ferrifère (Curie).

semble indépendante de la température pour les corps diamagnétiques. Il semble cependant qu'il ne faille pas prendre, pour la vérifier, les susceptibilités des métalloïdes en solution. L'iode, en particulier, a des propriétés magnétiques variables avec le dissolvant où il se trouve, et par suite avec la couleur et les propriétés chimiques de ces solutions.

J'ajouterai, pour terminer, que des relations analogues se retrouvent dans l'étude des métaux alcalins et alcalino-terreux; j'entreprends la préparation de ces éléments à l'état de pureté absolue.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation du chlorure de thorium.* Note de M. Camille Matignon, présentée par M. Troost.

M. Chauvenet a communiqué récemment (¹) une méthode de préparation du chlorure de thorium qui consiste à chauffer la thorine dans un courant d'oxychlorure de carbone. Cette façon d'opérer, qui se ramène à l'action simultanée de l'oxyde de carbone et du chlore sur l'oxyde métallique, présente l'avantage, sur l'emploi du mélange des deux gaz que M. Delépine et moi avons employé (²), de simplifier le dispositif de l'appareil.

Nous ne pensons pas cependant que cette méthode soit la plus recommandable. La réaction est lente, elle exige une température assez élevée qui entraîne presque nécessairement l'opération dans un tube de porcelaine. A cause de ces difficultés, M. Delépine et moi (³) avons utilisé comme réactif chlorurant le tétrachlorure de carbone seul ou mêlé au chlore; on obtient alors une transformation rapide, mais dans laquelle il est cependant difficile, quand on opère sur des poids considérables, d'empêcher la présence de petites quantités d'oxychlorure $ThOCl^2$, corps que nous avons été ainsi amené à préparer pour la première fois à l'état pur et cristallisé. M. von Bolton (⁴) vient récemment de faire usage du tétrachlorure de carbone avec satisfaction.

Depuis, M. Bourion et moi (⁵) avons établi une méthode générale d'attaque des composés oxygénés métalliques par le chlore et le chlorure de soufre, qui constitue une méthode de chloruration presque universelle et que nous considérons comme supérieure aux précédentes pour la préparation du chlorure de thorium. Elle permet de transformer rapidement des poids quelconques de thorine en chlorure de thorium sans dépasser la température où les tubes de verre cessent d'être utilisables. Elle a été

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLVII, 1908, p. 1046.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 36.

(³) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. XI, 1907, p. 130.

(⁴) *Zeitschrift Electroch.*, t. XIV, 1908, p. 768.

(⁵) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 631 et 760; *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. VIII, 1908, p. 378.

mise en œuvre à plusieurs reprises, en particulier par MM. Meyer et Gumperz (1) et surtout par des industriels qui ont introduit cette méthode de traitement dans différents brevets sur la préparation du thorium. Ces faits apportent la meilleure confirmation de la valeur pratique du procédé au chlorure de soufre.

Enfin, M. Trannoy et moi avons également commencé l'étude de l'action des chlorures de phosphore sur la thorine en particulier, mais les premiers résultats obtenus ne nous ont pas engagés à poursuivre des recherches qui nous paraissaient sans intérêt en présence des méthodes de chloruration précédentes.

L'ensemble de tous ces travaux a eu pour but, comme on le voit, de faire intervenir successivement comme agent réducteur le carbone ou son protoxyde, le soufre et le phosphore.

D'après Moissan et Martinsen (2) il existe peu de composés aussi hygroscopiques que le chlorure de thorium, dont le maniement deviendrait ainsi difficile. En fait, cette hygroscopicité extraordinaire n'existe que pour le chlorure de thorium qui contient des impuretés. Nous avons constaté que l'absorption de l'eau était beaucoup plus lente avec le chlorure pur, qui est un corps très maniable. Cette observation concorde avec les mesures de M. Chauvenet, qui, après une heure de contact de son chlorure pur dans un milieu saturé d'humidité, n'a constaté qu'une augmentation d'eau de 1 pour 100 sans que le chlorure change d'aspect.

J'ai déterminé la chaleur de dissolution à 18° dans une solution contenant 1^{mol} de chlorure pour 2700^{mol} d'eau. J'ai trouvé $+ 53^{Cal},80$, alors que M. Chauvenet indique $+ 56^{Cal},75$. La différence des températures de réaction et de concentration suffit sans doute pour expliquer cet écart.

Enfin je rappelle à cette occasion que M. Delépine et moi avons préparé les oxychlorures $ThOCl^2.5H^2O$ et sans doute $ThOCl^2.3H^2O$.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Études sur l'aluminium. Analyse de la poudre d'aluminium.* Note de M. **E. Kohn-Abrest**, présentée par M. Armand Gautier.

Au cours de travaux antérieurs (3) j'ai montré que, dans l'aluminium en poudre fabriqué au moyen de feuilles aussi pures que possible, il existe une

(1) *Berichte*, t. XXXVIII, p. 817.

(2) *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1510.

(3) Kohn-Abrest, *Sur la poudre d'aluminium et l'oxydation de l'aluminium* (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXI, 1904, p. 232).

proportion relativement considérable d'aluminium oxydé. J'ai été ainsi amené à faire une analyse plus complète de cette poudre.

Pour déterminer la proportion d'aluminium y existant à l'état métallique, on réduit, ainsi que je l'ai déjà indiqué [1], la poudre d'aluminium par le sulfate ferrique. Tout se passe comme si la réaction était la suivante :

$$3Fe^2(SO^4)^3 + 2Al = Al^2(SO^4)3 + 6FeSO^4;$$

1 de fer correspond à 0,1656 d'aluminium métallique.

$0^g,5$ à 1^g de poudre dégraissée [2] et séchée dans le vide sont mélangés aussi intimement que possible avec un large excès de sulfate ferrique exempt de sel ferreux (environ de 25^g à 30^g). Le tout est introduit avec 75^{cm^3} d'eau dans le ballon d'attaque de l'appareil qui m'a servi à déterminer le poids atomique de l'aluminium [3]. Il comprend : un ballon, où se fait l'attaque de l'aluminium par l'acide chlorhydrique; des appareils propres à dessécher exactement l'hydrogène dégagé; un tube à oxyde de cuivre chauffé au rouge sombre; des tubes destinés à recueillir en totalité l'eau produite; enfin un appareil producteur d'acide carbonique permettant de balayer complètement l'hydrogène et la vapeur d'eau.

Le ballon, renfermant le mélange de sulfate ferrique, d'aluminium et d'eau, est plongé dans de l'eau bouillante : un courant d'acide carbonique est maintenu durant toute la durée de l'expérience. L'attaque commence vers 100°. Elle s'effectue rapidement; au bout de 10 minutes toute la poudre d'aluminium a disparu, il ne reste qu'une solution brune et transparente. Aucune quantité notable d'hydrogène ne doit se dégager du ballon d'attaque. Afin de le vérifier, on balaye le ballon durant 15 minutes par un courant d'acide carbonique qui passe ensuite à travers l'oxyde de cuivre chauffé au rouge sombre, et l'on recueille, dans les tubes à perles sulfuriques tarés, l'eau qui aurait pu se former [4]. A la fin on introduit dans le ballon d'attaque 20^{cm^3} d'acide sulfurique et de l'eau. On refroidit la liqueur dans un courant d'acide carbonique, et l'on effectue, sur une portion étendue, le dosage du sel ferreux par une solution de permanganate à $3^g,14$ par litre. 1^{cm^3} de cette solution équivaut à $0^g,000895$ d'aluminium, à $0^g,0000970$ d'hydrogène ou à $0^g,005550$ de fer [5].

J'ai pu ainsi contrôler l'intégralité de la réaction de la poudre d'aluminium sur le sulfate ferrique.

---

(1) *Ibid.* Voir aussi A. Wahl, *Dosage de la poudre de zinc* (*Chemical Society*, 1897).

(2) Par chauffage de la poudre dans le vide vers 300°.

(3) Kohn-Abrest, *Sur le poids atomique de l'aluminium* (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, n° 18, p. 669, et *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXIII, p. 121).

(4) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXIII, p. 121.

(5) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXI, p. 232.

Dans une autre série d'expériences, j'ai dosé à l'état d'eau l'hydrogène dégagé lorsqu'on attaque la poudre d'aluminium par l'acide chlorhydrique. Les moyennes des résultats de chacune des deux séries concordent bien. En tenant compte des impuretés qui existent dans la poudre, on trouve, par la méthode au sulfate ferrique, pour 7 expériences, une moyenne de 92,94 pour 100 d'aluminium métallique.

Par l'attaque directe de la poudre par l'acide chlorhydrique, une moyenne de cinq expériences donne une teneur de 92,97 pour 100 d'aluminium métallique.

Voici deux expériences choisies dans chaque série :

	Poids de la substance.	Aluminium métallique dosé par le permanganate.	Variation du poids des tubes à eau. A	B.	C.	Total.	Aluminium métallique pour 100.
1° Par le sulfate ferrique..........	0,7087	92.51	+0.002	+0,001	−0.0016	−0,0006	92.51
2° Par l'acide chlorhydrique.......	0,6853	»	0,6320	0,0000	0,0000	0,6320	92.60

J'ai soumis d'autre part cette poudre d'aluminium à une analyse complète. J'ai trouvé :

Aluminium total............................	95,930
Fer.......................................	0,613
Silice....................................	0,259
Silicium insoluble........................	0,418
Carbone...................................	0,310
Azote.....................................	0,152
Sodium....................................	0,0064
Cuivre....................................	néant
Titane....................................	traces
Aluminium de la partie insoluble dans les acides.	0,024
Total.....................................	97,712
Oxygène (par différence)..................	2,288

A cette analyse j'opposerai la suivante, dont les résultats ont été calculés en tenant compte : 1° du pouvoir réducteur de l'aluminium sur le sulfate ferrique ou, ce qui revient au même, de l'hydrogène dégagé par l'acide chlorhydrique; 2° des impuretés qui, comme le fer et le silicium combinés à l'aluminium, sont de nature à influencer les résultats en ce qui concerne l'hy-

drogène dégagé. J'ai trouvé :

Aluminium métallique	92,499
Silicium	0,418
Silice	0,259
Fer	0,613
Azote	0,152
Carbone	0,3100
Sodium	0,0064
Aluminium insoluble dans les acides	0,024
Total	94,281
Oxyde d'aluminium par différence	5,719

D'autre part j'ai trouvé, dans la poudre d'aluminium qui me sert de matière première, 3^g,430 d'aluminium qui ne sont pas à l'état métallique et qui semblent combinés à 2^g,288 d'oxygène pour donner 5^g,718 d'oxyde d'aluminium.

On voit que les deux résultats concordent parfaitement en ce qui concerne la quantité d'oxyde d'aluminium existant dans les poudres. Je n'affirme pas que cet oxyde soit de l'alumine.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la dissociation du bicarbonate de soude.* Note de M. **Soury**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

La dissociation du bicarbonate de soude a déjà fait l'objet de recherches nombreuses. Debray, après avoir reconnu l'existence de tensions fixes dans la dissociation du carbonate de chaux, chercha à vérifier le même fait sur le bicarbonate de soude, mais il ne publia jamais les résultats complets de ses expériences. Depuis cette époque différents travaux assez discordants ont été publiés. M. Lescœur seul paraît avoir rencontré des tensions fixes, mais dans des conditions expérimentales incomplètement définies.

Il n'y a pas, en effet, d'analogie entre la dissociation du carbonate de chaux et celle du bicarbonate de soude. Le premier de ces corps donne un seul gaz, l'acide carbonique ; le second au contraire en donne deux, l'acide carbonique et la vapeur d'eau. D'après la loi des phases de Gibbs les systèmes univariants, c'est-à-dire à tension fixe, doivent comporter un nombre de phases, nombre de masses homogènes distinctes, d'autant plus consi-

dérable que le nombre des constituants chimiques en présence est plus grand. Dans la dissociation du carbonate de chaux, il y a deux constituants et trois phases; dans celle du bicarbonate il y a trois constituants. Il faut donc quatre phases pour avoir des tensions fixes : par exemple, la phase vapeur, la phase liquide, ou solution des carbonates en présence, et deux phases solides, deux carbonates différents au contact de la solution saturée. C'est pour ne pas s'être astreint à la condition essentielle des deux phases solides en présence que les expériences faites jusqu'ici n'ont pas donné de résultats définitifs.

Mes expériences ont porté sur du bicarbonate humecté avec une quantité déterminée d'eau. Dans l'une d'elles, par exemple, on a opéré sur le mélange suivant :

Bicarbonate de soude sec	27g,54
Eau	5g,4

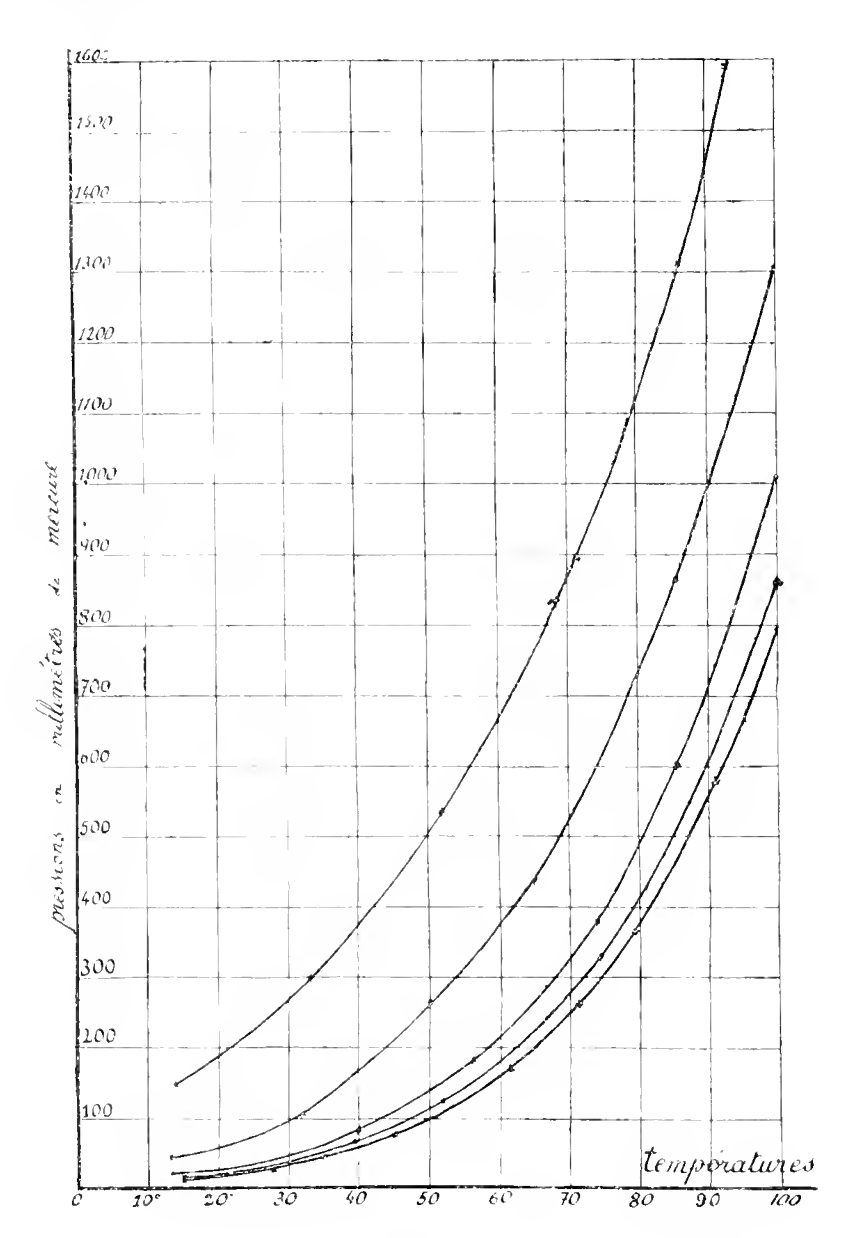
La dissociation complète de ce poids de bicarbonate pour carbonate neutre aurait fourni 3l,660 d'acide carbonique.

Le système chauffé à 100° a donné au début une tension de dissociation, tension du mélange d'acide carbonique et de vapeur d'eau, de 1600mm de mercure environ. Puis on a enlevé des quantités croissantes d'acide carbonique en notant à chaque fois la tension finale correspondante. Le Tableau ci-dessous résume les résultats :

CO^2 enlevé.	Tension.
cm³	
30	1400
260	800,5
760	798
1760	794
1960	708
2160	701
2560	650
2760	656
3210	650

La tension de l'acide carbonique décroît d'abord au fur et à mesure que la quantité d'acide carbonique enlevée croît. Il y a cependant deux périodes de tensions fixes, l'une allant de 260cm³ à 1760cm³ enlevés et l'autre de 2560cm³ à 3210cm³. Au début, le carbonate inférieur, dont la nature exacte sera précisée plus loin, se dissout dans l'eau en présence; la concentration de la

solution change et par suite aussi les tensions de dissociation. A un certain moment cette solution arrive à être saturée elle-même du nouveau carbo-



nate formé, qui cristallise au contact du liquide et donne alors la quatrième phase indispensable pour l'existence des tensions fixes. Cette tension fixe

se maintient ensuite constante, aux erreurs expérimentales près, malgré l'enlèvement de 1500$^{cm^3}$ d'acide carbonique, puis elle recommence à diminuer de nouveau après la disparition du bicarbonate solide par suite de sa dissociation complète.

La nature du carbonate, ainsi formé aux dépens du bicarbonate, peut être déterminée d'après les données mêmes de l'expérience. On connaît deux carbonates inférieurs au bicarbonate, le carbonate $3Na^2O.4CO^2.5H^2O$ et le carbonate neutre $Na^2OCO^2H^2O$, tous les deux stables à 100°. Avec le poids de matière mis en expérience la quantité d'acide carbonique à enlever, pour obtenir le premier de ces sels, est de 1830$^{cm^3}$ et, pour le second, 3660$^{cm^3}$. La disparition des tensions fixes a eu lieu entre l'enlèvement de 1760$^{cm^3}$ et 1960$^{cm^3}$ d'acide carbonique, c'est-à-dire exactement pour la proportion correspondante à la transformation complète du bicarbonate en carbonate $\frac{4}{3}$. Ce sel forme en conséquence la seconde phase solide correspondant à l'existence des tensions fixes.

La même expérience met en évidence, comme on l'a mentionné plus haut, une seconde série de tensions fixes, commençant après l'enlèvement de 2560$^{cm^3}$ d'acide carbonique et correspondant vraisemblablement à la dissociation du carbonate $\frac{4}{3}$, en présence du carbonate neutre monohydraté qui formerait la quatrième phase du système.

Cette tension diffère cependant trop peu de la tension de vapeur de la solution saturée pour permettre une évaluation un peu précise de la tension partielle de CO^2. A 100°, la tension de vapeur de la solution saturée de carbonate neutre est de 580^{mm}; celle de la solution saturée des deux carbonates doit être peu différente, de telle sorte que la tension propre de l'acide carbonique dans le mélange n'atteindrait pas 100^{mm}.

Les mêmes expériences ont été effectuées à des températures différentes de façon à pouvoir établir les courbes de variation de ces tensions de dissociation en fonction de la température. On s'est assuré que les résultats sont bien conformes à la loi de Clapeyron-Carnot; les courbes tracées en portant en abscisses l'inverse des températures absolues et en ordonnées les logarithmes des tensions sont exactement des droites.

Les courbes reproduites ici résument les résultats d'une série d'expériences. Chaque courbe correspond à un degré de dissociation plus avancé du bicarbonate. La courbe inférieure est celle du système univariant ou à tension fixe, dans lequel les deux phases, bicarbonate et carbonate $\frac{4}{3}$, sont en présence.

LIBRARY

CHIMIE. — *Sur le poids atomique de l'argent.* Note de M. **Louis Dubreuil**, présentée par M. D. Gernez.

M. Leduc a fait récemment ([1]) quelques objections à mon calcul du poids atomique de l'argent d'après les déterminations de Stas ([2]).

Le calcul du rapport $\frac{2\,Ag}{SO^4Ag^2}$, cité à titre d'exemple, m'a conduit aux nombres 107,9939 et 16,0273 pour l'argent et l'oxygène; M. Leduc en conclut, avec une apparence de raison, que pour $O = 16$, il en résulte $Ag = 107,81$ qui *est loin de* 108. L'objection, sérieuse en apparence, n'est cependant pas fondée, car le quotient calculé par M. Leduc n'a rien de commun avec la vraie valeur du rapport $\frac{Ag}{O}$, ainsi que je vais le démontrer.

A tout corps simple entrant en réaction on peut faire correspondre un nombre X', que j'appellerai son *poids atomique chimique*, et qui le caractérise quantitativement dans *tous les rapports analytiques*. Des expériences parfaites fourniraient ces nombres X' par des équations du premier degré. Mais, en pratique, *toutes* les déterminations sont affectées d'erreurs imputables à la méthode de mesure, à l'expérimentateur et à des causes accidentelles; j'ai montré ([3]) que ces erreurs pouvaient être réparties sous forme d'écarts x_1, x_2, x_3, attribués *à tous les poids atomiques* figurant dans le rapport mesuré, de sorte que l'expérience fournit, au lieu de la valeur exacte X', une valeur apparente X_1 variable avec les causes énumérées plus haut :

$$X_1 = X' + x_1 + x_2 + x_3.$$

Jusqu'ici on a toujours confondu X_1 et X', et c'est là l'explication de toutes les contradictions qu'on a rencontrées dans les calculs des poids atomiques.

Je me suis proposé d'abord de calculer X_1 dans chaque cas, en laissant volontairement l'unité arbitraire, de manière à pouvoir la prendre plus tard la plus simple possible. J'ai seulement utilisé ce fait bien connu que X_1 et X' sont voisins d'un nombre connu X, entier ou entier plus $\frac{1}{2}$; j'ai donc pu poser

$$X_1 = X + x,$$

x étant petit. On obtient ainsi, entre tous les écarts x figurant dans un rap-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLVII, p. 972.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXLVII, p. 856.

([3]) *Comptes rendus*, t. CXLVII, p. 629.

port, une équation linéaire découverte par Hinrichs et corrigée par moi. J'ai achevé de déterminer le problème par la condition

$$\Sigma x^2 = \text{minimum},$$

me conformant à un usage constant en Physique et en Astronomie. J'ai pu ainsi calculer tous les écarts x, et par suite les nombres X_1, par une méthode algébrique toute différente des méthodes graphiques d'Hinrichs (¹), avec lesquelles M. Leduc l'a confondue à tort.

Les nombres 107,9939 et 16,0273 sont donc simplement les poids atomiques apparents de l'argent et de l'oxygène dans le rapport $\frac{2\,Ag}{SO^4Ag^2}$, tel que Stas l'a mesuré. M. Leduc constate que leur quotient est différent de la valeur qu'il attribue au rapport $\frac{Ag}{O}$: c'est le contraire qui serait surprenant!

La seconde partie de ma méthode consiste à calculer la valeur fixe X' à l'aide des valeurs variables X_1 : on y parvient par un choix de moyennes permettant d'éliminer successivement les écarts x_3, puis x_2 et enfin x_1. *Mais l'opération n'est valable que si elle porte sur un grand nombre de valeurs de* X_1. Je maintiens donc formellement mon opinion primitive opposée sur ce point à celle de M. Leduc, qui préconise l'emploi d'un petit nombre de méthodes, même d'une seule, à condition qu'elles soient bonnes ou excellentes; mais il néglige de nous indiquer à quels caractères il les reconnaît; mon procédé de calcul permettrait de faire cette comparaison à l'aide des valeurs des écarts x_1.

M. Leduc observe aussi que mes calculs à six décimales comportent au moins deux décimales de trop; il me permettra de lui faire observer qu'il n'a pas toujours eu lui-même une telle répugnance pour l'emploi d'un nombre exagéré de décimales (²) et qu'au surplus les six décimales que j'ai employées m'étaient indispensables, la plupart des fractions que j'ai calculées étant exprimées en millionièmes par des nombres de deux chiffres, qui seraient devenus nuls en ne prenant que quatre décimales; je n'ai d'ailleurs conservé que quatre décimales dans tous les résultats publiés.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 715.

(²) CLARKE, *A recalculation of the atomic weights* (Washington 1897), p. 27, indique, d'après M. Leduc, que la densité de l'hydrogène résultant de trois déterminations, qui ont donné 0,06947, 0,06949 et 0,06947, est 0,06948 ± 0,00006745 : elle est donc comprise entre 0,06942255 et 0,06954745; le dernier chiffre correspond aux $\frac{10}{1000}$ de milligramme.

Une remarque enfin pour conclure. De la définition donnée pour le poids atomique chimique, il résulte que cette constante ne peut être mesurée que par des procédés purement chimiques et que par suite elle est actuellement indéterminée pour l'argon, l'hélium, etc., qui ne réagissent pas avec d'autres corps. De plus, les méthodes physiques ne pourront être considérées que comme des vérifications indirectes des procédés chimiques. C'est également la conclusion de MM. Guye et Pintza dans une Note récente [1], et je suis complètement d'accord avec eux sur ce point.

CHIMIE. — *Sur le poids atomique véritable de l'argent.* Note de M. **G.-D. Hinrichs**, présentée par M. D. Gernez.

Les deux Notes récentes de M. Dubreuil (*Comptes rendus*, t. CXLVII, 1908, p. 629 et 856), dont il avait bien voulu m'envoyer un aperçu par lettre, paraissent démontrer que le poids atomique de l'argent est 108 exactement, valeur que j'ai maintenue jusqu'à ma Note du 11 mai (*Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 971), dans laquelle je croyais m'incliner devant un fait établi par expérience.

M. Dubreuil a combiné mon équation générale avec le principe des moindres carrés. Dans le même but, j'avais *accepté* la moindre distance (*Monit. scient.*, 1908, p. 400, Conclus. III). J'ai reconnu bientôt l'erreur ainsi commise et je me suis empressé de l'éliminer. Le principe auxiliaire de M. Dubreuil tombe dans la même catégorie.

On peut, par ce moyen, obtenir des valeurs importantes d'approximation si le nombre total des méthodes chimiques employées est assez considérable pour les soumettre aux lois de la probabilité. C'est précisément ce qui a lieu dans le cas étudié par M. Dubreuil (*loc. cit.*, p. 858), car Stas a employé 23 procédés, plus ou moins différents, pour la détermination du poids atomique de l'argent. Les *écarts* de 108 trouvés par M. Dubreuil se rangent de la manière suivante :

Écarts en millièmes....	−60		−40		−20		0		20		40
Nombre de cas........		3		3		13		2		2	

Dans 15 cas sur 23 les écarts sont au-dessous de $\frac{20}{1000}$. Il faudrait donc accepter 108 comme la valeur vraie.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXLVII, p. 925.

Mais il y a une contradiction sérieuse dans les écarts des éléments combinés avec l'argent. Pour le sulfate M. Dubreuil trouve l'écart moyen de l'oxygène égal à + 0,027 (*loc. cit.*, p. 858), valeur absolument inadmissible. Pour l'azotate, je trouve l'écart + 0,024, également inadmissible, pour l'oxygène. C'est précisément ce fait qui jadis m'avait forcé à déclarer les méthodes du sulfate et de l'azotate inapplicables pour l'argent et pour le plomb (*Absolute at. weights*, 1901, p. 90-91).

Au surplus, un calcul simple montre que, pour Ag = 108 et Az = 14, les déterminations de Stas donnent, pour le nombre x d'atomes d'oxygène dans l'azotate, la valeur 3,005 au lieu de 3,000. Dans ses analyses récentes, M. Richards a décrit les recherches minutieuses faites sur le peu de pureté de l'azotate fondu dont il fait usage (*Carnegie Publication*, n° 69, p. 55 à 63) et de même pour le sulfate (*loc. cit.*, p. 75 à 80). Si donc x est 3 exactement pour O = 16, la valeur Az = 14 demandera

$$\text{Ag} = 108 - \frac{1}{8} = 107,875.$$

C'est ce fait qui m'a forcé récemment d'accepter cette valeur dans la Note du 11 mai citée ([1]).

Mais j'ai trouvé depuis que cette valeur expérimentale est en conflit avec toutes les harmonies établies par mes recherches des vingt dernières années, y compris les poids atomiques du terbium (*Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1196), du dysprosium (t. CXLIII, p. 855), du brome (t. CXLIV, p. 973), du manganèse (t. CXLIV, p. 1343) et du radium (t. CXLV, p. 718).

Il n'est pas admissible que toutes ces coïncidences remarquables soient fortuites et que tout le système des poids atomiques doive retomber dans un labyrinthe de contradictions. Cette conviction est hautement renforcée par le Tableau des écarts résumant le travail de M. Dubreuil.

Je reprends donc, comme poids atomique véritable de l'argent, la valeur 108 exactement, valeur que j'ai défendue contre toute l'école de Stas pendant vingt années. Désormais, je ne l'abandonnerai que si l'on démontre, par des expériences en série continue [demandées et pratiquées par Dumas ([2])], que l'azotate de Stas et de Richards contient réellement et exactement 3^{at} d'oxygène en combinaison avec 1^{at} d'argent et 1^{at} d'azote, sans trace pondérable d'oxygène occlus et d'oxydes d'azote ([3]).

([1]) Le travail étendu, dont les premières parties ont paru dans le *Moniteur scientifique* pour novembre 1907, mars et juillet 1908, fut complété pendant les chaleurs de 1907.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, t. VIII, 1843, p. 202.

([3]) Voir l'observation importante de Schützenberger (*Actualités chimiques de Friedel*, t. I, 1896, p. 16-17).

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du protochlorure de soufre sur les métalloïdes et sur les métaux.* Note de M. **Paul Nicolardot**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Dans une Communication précédente ([1]) j'ai montré que le chlorure de soufre permettait d'attaquer facilement, en vase clos, les ferrosiliciums (ne contenant pas plus de 33 pour 100 de silicium). Je me suis assuré que ce réactif ne renfermait que du chlore et du soufre et que, par suite, en dehors du soufre, il n'apporte aucun des éléments que l'analyse conduit à trouver dans les ferro-alliages. Le chlorure de soufre rentre donc dans la catégorie des réactifs de la *voie moyenne* dont l'emploi a été recommandé par H. Sainte-Claire Deville ([2]). Pour analyser le chlorure de soufre, il est inutile de l'étendre d'une certaine quantité d'eau et de le traiter ensuite par de l'acide nitrique fumant, comme on l'a proposé ; en pesant le chlorure de soufre dans un petit tube de verre, le contact avec l'acide nitrique fumant ne se produit que sur une surface assez faible et l'oxydation est très régulière. Si l'on ne désire connaître que sa teneur en chlore, il suffit de le décomposer par de l'eau ammoniacale. A l'aide de ces deux méthodes, j'ai trouvé la composition moyenne suivante :

	Trouvé.	Calculé.
Chlore pour 100	52,81	52,55
Soufre pour 100	46,92	47,45

qui correspond très sensiblement à la formule S^2Cl^2. Le point d'ébullition de tous les échantillons examinés est voisin de 136°.

Afin d'expliquer le mécanisme de l'attaque des ferrosiliciums et d'établir, en particulier, si le chlorure de soufre agissait sur ces alliages à la fois par son soufre et par son chlore, et s'il se formait des protochlorures ou des perchlorures, j'ai dû reprendre les travaux de Chevrier ([3]) et de Baudrimont ([4]), les compléter et, sur certains points, modifier leurs résultats.

Parmi les métalloïdes, le soufre et le sélénium se dissolvent même à froid. Le phosphore blanc se dissout sans effervescence dans les mêmes conditions: mais, dès qu'on chauffe, il se produit une projection de matière et le phosphore s'enflamme. A

([1]) *Comptes rendus*, t. C, 1908, p. 676.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXVIII, 1853, p. 1.

([3]) *Comptes rendus*, t. LXIII, 1866, p. 1003, et t. LXIV, 1867, p. 302.

([4]) *Comptes rendus*, t. LXIV, 1867, p. 368.

froid, tous les échantillons de phosphore rouge bien purifiés se sont dissous dans le chlorure de soufre avec une effervescence assez vive. Ce fait assez étrange, puisque le phosphore rouge possède des activités chimiques moindres que celles du phosphore blanc, pourrait s'expliquer par la présence de phosphore blanc à l'état très divisé qui amorcerait la réaction. Je reviendrai sur ce point. L'arsenic n'est attaqué par le chlorure de soufre que vers 50° et, au bout de quelque temps, la réaction semble s'arrêter. Au contraire, l'antimoine réagit à froid et l'attaque s'accélère d'elle-même. Elle est totale. Le carbone, le silicium et le bore ne sont attaqués, sous aucune forme, par le chlorure de soufre.

L'action du protochlorure de soufre sur les métaux est plus curieuse encore. Les métaux alcalins, alcalino-terreux, le magnésium, le thallium, les métaux précieux, le nickel, le cobalt, le chrome, le manganèse, le tungstène, le cadmium, le bismuth, etc., restent complètement inaltérés même en chauffant à 136° et au-dessus. L'argent, le cuivre et le zinc ne sont que très légèrement attaqués, en chauffant longtemps et aussi haut que possible. Seuls, parmi tous les métaux, l'étain, l'aluminium, le mercure et le fer sont attaqués.

L'action sur le fer, étant particulièrement intéressante, est celle que j'examinerai ici en détail. Le fil de clavecin ne paraît pas être modifié par le chlorure de soufre, même quand on chauffe au-dessus de 130°; il devient noir comme s'il était recouvert d'une couche de sulfure de fer. Au contraire, toutes les autres variétés de fers, de fontes ou d'aciers en limaille ou en copeaux sont attaquées avec énergie. Il en est de même du fer réduit dans l'hydrogène; mais la présence du nickel, du chrome, du tungstène et du silicium en trop grande proportion rend l'alliage ferreux réfractaire à l'action du chlorure de soufre.

L'étude de l'action du chlorure de soufre sur le fer est rendue difficile pour les raisons suivantes : quand on traite le chlorure de soufre par l'eau, il se forme de l'acide chlorhydrique et de l'acide sulfureux (ou peut-être de l'acide hyposulfureux). Cet acide sulfureux pourrait réduire le chlorure ferrique; de son côté, l'acide chlorhydrique produit réagit sur le sulfure et l'hydrogène sulfuré est transformé tant par l'action du chlorure ferrique que par celle de l'acide sulfureux. Il en résulte qu'on ne retrouvera qu'une partie du sulfure et qu'une partie du perchlorure. Quant au dosage, il est impossible de se servir du permanganate, qui, en plus du fer au minimum, oxyderait l'acide sulfureux et même le soufre; aussi ai-je utilisé la méthode pondérale [1] proposée, il y a plus de 7 ans, au moment où, pour beaucoup de chimistes, les précipités colloïdaux devaient être évités en Chimie analytique.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 686.

Après attaque du fer par le chlorure de soufre, on reprend rapidement par l'eau froide, puis par l'eau bouillante, en filtrant rapidement et en neutralisant exactement par l'ammoniaque. Dans ces conditions, l'acide chlorhydrique, qui ne se forme que par une décomposition assez lente du chlorure de soufre, n'a pas le temps de réagir sur le sulfure. L'ammoniaque empêche l'hydrogène sulfuré et l'acide sulfureux de se détruire ou de réduire le chlorure ferreux. On soumet ensuite le liquide à l'ébullition dans un courant de CO^2; le sulfure de fer précipite avec tout le fer au maximum. D'autre part, on attaque le résidu insoluble formé de sulfure de fer, de soufre et parfois de fer non attaqué dans un appareil à soufre. J'ai exécuté des essais dans les conditions les plus diverses. Voici quelques-uns des résultats obtenus, en opérant au-dessous de 120° :

	Résultats obtenus pour 100.		
	Chlorure de soufre en excès. Attaque rapide.	Chlorure de soufre en quantité suffisante. Attaque rapide.	Chlorure de soufre en quantité insuffisante. Attaque prolongée.
Fer non attaqué...	néant	néant	6,12
Sulfure	9,4	48,35	23,95
Chlorure ferreux..	89,7	51,60	69,87
Chlorure ferrique..	0,9	traces	traces

La durée de l'attaque, la température et la quantité de réactif influent sur la proportion de sulfure obtenue. Dans tous les cas, le chlorure formé est le protochlorure. *Le chlorure de soufre agit comme* HCl *et non comme* Cl.

Ce résultat n'est confirmé qu'en partie par l'action du chlorure de soufre sur l'antimoine, l'étain et le mercure ; en effet, si l'on obtient toujours le chlorure inférieur, il ne paraît pas se produire de sulfure.

On s'explique pourquoi le chlorure de soufre n'attaque pas les métaux précieux, et l'on peut, sans invraisemblance, admettre que, si son action est nulle sur les métaux alcalins et alcalino-terreux, c'est qu'il ne dissout ni les chlorures de ces métaux ni leurs sulfures. Il se forme une couche continue de chlorure extrêmement mince qui arrête la réaction.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de la chaleur sur l'anhydride iodique.* Note de M. **Marcel Guichard**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Au cours de recherches sur les composés oxygénés de l'iode, nous avons été conduit à penser que la décomposition par la chaleur de l'anhydride iodique pourrait fournir une détermination très précise du rapport des poids de combinaison de l'oxygène et de l'iode. Jusqu'ici le poids atomique

de l'iode a toujours été obtenu par des méthodes indirectes, supposant la connaissance préalable des poids atomiques de plusieurs autres éléments.

Dans la nouvelle méthode, une même expérience donne les quantités correspondantes d'anhydride iodique, d'iode et d'oxygène. L'absence de toute détermination par différence permet un contrôle rigoureux de chaque mesure. L'isolement des deux éléments, iode et oxygène, recueillis à l'état libre, évite l'intervention de combinaisons définies de composition plus ou moins exactement connue. Enfin, l'emploi de la voie sèche supprime complètement les causes d'erreurs inhérentes à l'usage des dissolvants.

Avant d'aborder la réalisation définitive de ces expériences, nous avons cru devoir commencer par l'étude des conditions de préparation de l'anhydride iodique à l'état de pureté et par l'étude des conditions particulières de la décomposition de ce corps.

L'anhydride iodique, chauffé progressivement, ne présente, jusqu'à 300°, aucun changement; mais, à partir de cette température, il commence à dégager de l'iode et de l'oxygène; la portion non décomposée prend alors dans toute sa masse une couleur marron et augmente en même temps de volume apparent. Sa surface éclairée paraît granuleuse et présente des reflets cuivrés.

Les phénomènes sont les mêmes dans le vide ou dans un courant d'air sec. Nous avons obtenu des résultats identiques avec des échantillons d'anhydride provenant de préparations différentes et ne contenant pas d'autre impureté qu'un peu d'azote : 0,08 pour 100 en poids, d'après une analyse.

Pour faire l'analyse de l'anhydride iodique blanc ou transformé en substance brune, on place la matière dans un tube de verre fermé à une extrémité et relié par un tube plus étroit à une trompe à mercure. Ce tube est, sur un point de son parcours, courbé en U et refroidi à $-80°$, de façon à condenser complètement la vapeur d'iode.

Au début de l'expérience on pèse le tube avec l'anhydride, puis on décompose lentement ce corps à 350°; on pèse une deuxième fois le tube avec l'iode et on le pèse enfin une troisième fois vide, après en avoir chassé l'iode.

Les analyses de différents échantillons d'anhydride iodique brun, provenant de la décomposition plus ou moins avancée de l'anhydride blanc, ont donné des résultats très semblables entre eux et correspondant à peu de chose près à la composition de l'anhydride pur :

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	Calculé pour I^2O^5.
I..	75,74	75,8	»	»	»	75,79	76,23	75,99	76,02
O..	24,28	24,17	24,09	24,58	24,13	»	»	»	23,97

On pouvait penser à première vue à un dédoublement de l'anhydride iodique en deux autres composés, l'un plus riche, l'autre moins riche en oxygène. Plusieurs exemples de dédoublements analogues se rencontrent dans la chimie des halogènes. Des essais de fractionnement de la substance brune, au moyen de divers dissolvants, n'ont pas confirmé cette supposition. Cette matière s'est montrée insoluble en totalité ou s'est complètement dissoute.

Nous avons alors été conduit à attribuer la coloration brune à de petites quantités d'iode provenant de la décomposition partielle de l'anhydride, et retenues par les portions décomposées.

En effet, en dissolvant le corps brun dans l'eau, on voit apparaître de l'iode libre; il se dégage en même temps de fines bulles gazeuses. On peut rassembler cet iode avec du sulfure de carbone, et le titrer ensuite par l'hyposulfite. Il faut, bien entendu, au préalable, laver soigneusement à l'eau le sulfure de carbone chargé d'iode, jusqu'à disparition de toute réaction de l'acide iodique, et ajouter aux eaux de lavage une nouvelle quantité de sulfure de carbone qui rassemble encore un peu d'iode; on lave également cette seconde portion de sulfure de carbone et on la réunit à la première pour le titrage. Un échantillon maintenu pendant une heure à 330°, puis pendant une heure à 270°, a donné une teneur en iode libre de 0,79 pour 100.

On a pu déterminer la nature du gaz dégagé et en faire le dosage, en préparant par compression une pastille du corps brun, et la faisant passer dans une éprouvette graduée sur la cuve à mercure. L'introduction d'une petite quantité d'eau provoque le dégagement gazeux. Le gaz recueilli est de l'oxygène et la mesure de son volume permet d'en calculer le poids. Les dosages de l'iode et de l'oxygène libres, sur un même échantillon, ont donné :

Iode libre : 0,62 pour 100. Oxygène libre : 0,19 pour 100.

Le rapport de ces deux nombres, 3,2, diffère à peine du rapport théorique $I^2:O^5 = 3,17$.

Par suite, l'analyse complète de l'anhydride brun doit donner, pour la totalité de l'iode et de l'oxygène, des nombres très voisins de ceux qu'exige la formule I^2O^5.

Cette conséquence est bien conforme aux résultats des analyses rapportées plus haut.

L'anhydride iodique partiellement décomposé peut donc retenir de l'oxygène et de l'iode libres; il les retient même très énergiquement, car il ne perd pas sa couleur, par un chauffage de plusieurs heures à 270°, température inférieure à celle de la décomposition commençante. Mis en digestion dans le sulfure de carbone, la benzine, l'éther, le chloroforme secs et bouillants, il ne leur cède aucune trace d'iode, et sa couleur n'est pas modifiée. L'acide azotique fumant ne le décolore pas non plus.

Les seules substances capables de faire disparaître cette coloration sont celles qui peuvent à la fois dissoudre l'anhydride iodique et se combiner à l'iode; quelques gouttes d'une solution de potasse produisent ce résultat.

En résumé, l'anhydride iodique, porté à la température à laquelle commence sa décomposition, retient une partie de ses éléments à l'état occlus.

Ce phénomène très apparent ici, du moins en ce qui concerne l'iode, est sans doute assez général. Il est important de s'en préoccuper dans toutes les déterminations précises portant sur des substances préparées par la décomposition ignée de certaines combinaisons solides.

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherche sur les gaz occlus contenus dans un laiton complexe, au manganèse, criblé de soufflures.* Note de MM. **G. Guillemin** et **B. Delachanal**, présentée par M. H. Le Chatelier.

L'alliage qui nous a servi dans cette étude a la composition suivante :

Cuivre	60,15
Étain	0,94
Plomb	0,39
Fer	1,19
Aluminium	0,23
Manganèse	2,34
Zinc	34,76

Il présente cette particularité que la masse des pièces brutes de coulée est criblée de petites soufflures.

Ces vésicules gazeuses se produisent vraisemblablement au moment de la solidification commençante lorsqu'une pellicule de métal s'est solidifiée et s'oppose à l'échappement des gaz qui se dégagent de sa masse. Ces gaz se dégagent parce que leur solubilité dans le métal fondu est plus grande que dans le métal solidifié.

Le but de notre étude a été de rechercher la nature et la proportion de ces gaz. Nous nous sommes servis pour cette recherche d'un appareil autrefois utilisé au laboratoire de J.-B. Dumas, à l'École centrale, pour la détermination des gaz occlus.

Il se compose essentiellement d'un tube en porcelaine de 3cm à 4cm de diamètre intérieur fermé à une de ses extrémités et vernissé aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur.

La partie fermée du tube est engagée, sur une longueur de 30cm environ, dans un

fourneau à coke, de manière à pouvoir être chauffée jusqu'à la température de fusion du cuivre, soit 1000° environ. La partie ouverte du tube de porcelaine qui reste en dehors du fourneau présente la même longueur; son extrémité libre est coiffée d'un petit ajutage en verre qui permet de voir ce qui se passe à l'intérieur du tube et en même temps de le relier à un tube dessiccateur contenant de l'acide phosphorique anhydre, puis à la trompe de Sprengel.

L'étanchéité du joint entre le tube de porcelaine et l'ajutage de verre est obtenue par un masticage maintenu constamment refroidi par un courant d'eau. L'appareil ayant été d'abord privé de gaz aussi complètement que possible, nous avons constaté que le vide s'y est maintenu pendant 24 heures sans que le manomètre indiquât la moindre rentrée d'air.

En chauffant lentement et progressivement le tube de porcelaine, dans l'intérieur duquel nous avions introduit une nacelle de porcelaine tarée contenant le métal en expérience dont le poids était de 50^{g}, nous avons constaté que des gaz commencent à se dégager à une température inférieure au rouge. Ce dégagement s'est accentué au fur et à mesure de l'élévation de la température.

Au début de l'expérience, le baromètre adapté à la trompe marquait 771^{mm}; après 35 minutes de chauffage il était descendu à 755^{mm}. Enfin, après 3 heures, il était remonté à 768^{mm}. Le zinc de l'alliage avait distillé et s'était condensé en grande partie sur la paroi non chauffée du tube de porcelaine.

Après refroidissement le vide a été ramené aussi complètement que possible dans l'appareil et s'y est maintenu aussi bien qu'avant le chauffage.

Le volume des gaz dégagés a été de 21^{cm^3}, sur lesquels $1^{cm^3},70$ sont directement absorbables par la potasse.

L'analyse eudiométrique du résidu a montré que le volume d'oxygène employé pour brûler ces gaz est très notablement supérieur à la moitié de leur volume; nous avons donc été conduits à admettre dans le mélange la présence d'une certaine quantité de gaz hydrocarbonés se formant par l'action, à la température du rouge, de l'hydrogène sur l'acide carbonique et l'oxyde de carbone.

On sait d'ailleurs que, dans ces conditions, en présence de catalyseurs métalliques, il se produit du méthane [1]. L'oxyde de carbone ayant été dosé directement par le protochlorure de cuivre, le volume de méthane a été déduit de l'excès d'acide carbonique formé pendant la combustion.

Le volume d'oxygène absorbé s'est trouvé alors correspondre exactement à celui qui était nécessaire pour brûler le mélange : hydrogène, méthane et oxyde de carbone.

---

[1] Dans la réduction de l'oxyde de carbone et du gaz carbonique par l'hydrogène en présence de nickel, de cobalt ou de cuivre réduits (Sabatier et Senderens, *Bulletin Soc. chim.*, t. XXVII, 1902, p. 704-788).

Nous avons déduit de nos calculs, pour le mélange gazeux dégagé du laiton, la composition suivante :

	cm³			
Hydrogène	16,61	soit	79,1	pour 100
Méthane	0,82	»	3,9	»
Oxyde de carbone	1,87	»	8,9	»
Acide carbonique	1,70	»	8,1	»
	21,00		100,0	

Nous avons employé 50g de laiton dont le volume est très approximativement de 6cm³ : nous avons constaté un dégagement gazeux de 21cm³ : le métal essayé contient donc 3,5 fois son volume de gaz occlus.

Comme complément à cette étude, nous nous proposons maintenant de soumettre aux mêmes expériences des alliages sains de même nature exempts de soufflures.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les cires des Conifères. Nouveau groupe de principes immédiats naturels.* Note de MM. **J. Bougault** et **L. Bourdier**, présentée par M. A. Haller.

L'un de nous, M. Bourdier, au cours de recherches de glucosides, par la méthode si féconde de M. Bourquelot ([1]), a isolé du *Juniperus Sabina* une poudre blanche cristallisée dont l'aspect rappelle un peu celle de certaines cires végétales connues.

Cette cire ou des cires analogues se rencontrent également dans beaucoup d'autres Conifères, peut-être même dans toutes. Outre l'exemple cité du *J. Sabina*, nous avons en effet reconnu leur présence dans quatre autres espèces, prises au hasard, appartenant à des genres différents : *J. communis* (baies et feuilles), *Picea excelsa* (feuilles), *Pinus sylvestris* (feuilles), *Thuya occidentalis* (feuilles).

Ce sont ces produits dont nous nous sommes proposé l'étude chimique et que nous avons reconnus formés de principes immédiats très homogènes constituant un groupe naturel dont, à notre connaissance, aucun représentant n'avait été signalé jusqu'ici dans l'organisme vivant.

Sur les cires de Conifères nous n'avons trouvé comme travaux antérieurs

([1]) *Journ. de Pharm. et Chim.*, 6e série, t. XIV, 1901, p. 481.

que ceux de Kawalier [1]. Ceux-ci seront résumés dans un Mémoire plus étendu qui paraîtra dans un autre Recueil. Disons seulement qu'en raison de la méthode défectueuse suivie, malgré toute la peine que s'est donnée ce chimiste et les nombreuses analyses (C et H) qu'il a faites, son travail ne conduit qu'à des résultats erronés ou nuls.

I. Pour la préparation de ces cires on se base sur leur solubilité dans l'alcool à 90° bouillant, et leur insolubilité à froid dans le même dissolvant.

La purification, qui est très laborieuse, se fait en s'aidant des mêmes données et en utilisant en outre les divers dissolvants : benzine, éther, acétone, qui tous dissolvent notablement la cire à chaud et fort peu à froid. La purification n'est considérée comme parfaite que lorsque le produit bien blanc répond à l'essai suivant :

Une portion est saponifiée par la potasse alcoolique; la liqueur neutralisée est additionnée de chlorure de baryum; le précipité recueilli est séché. Il ne doit rien céder à la benzine, ni à l'éther froid; et les eaux mères alcooliques ne doivent pas retenir une quantité appréciable de matières organiques.

La cire purifiée des diverses Conifères étudiées n'est pas un principe immédiat unique, mais un mélange.

La cire du *J. Sabina*, par exemple, fond de 73° à 78°. Des cristallisations répétées dans divers dissolvants nous ont amenés à reconnaître la présence de toute une série de composés fondant, pour la plus grande partie, entre 65° et 84°; les principales portions paraissent s'accumuler autour de 68°, 72°, 76° et 82°. Aucun de ces produits n'a été isolé à l'état de pureté parfaite, sauf peut-être celui qui fond à 82°, sur lequel nous reviendrons prochainement.

L'analogie de structure et de composition de ces différents principes immédiats rend très difficile leur séparation, car ils ont les mêmes dissolvants et des solubilités très voisines.

II. Toutes les portions isolées présentent les propriétés générales suivantes :

1° Les principes immédiats qui les constituent sont tous acides.

En effet, alors qu'ils sont absolument insolubles dans l'eau chaude ou froide, ils deviennent solubles dans l'eau chaude lorsqu'on sature leur acidité par la potasse alcoolique; la solution froide se prend en une gelée opaque rappelant les solutions concentrées de savons alcalins.

---

(1) *Journ. f. prak. Chemie*, t. LX, 1853, p. 321, et t. LXIV, 1855, p. 16.

L'indice d'acidité de tous ces corps est faible, variant de 25 à 54, ce qui indique, en les supposant monoacides, un poids moléculaire minimum compris entre 2000 et 1000.

2° Ces principes immédiats contiennent au moins une fonction alcool libre, ce qui nous est révélé par la détermination de l'indice d'acétyle.

3° Ces principes immédiats sont aussi des éthers; leur indice de saponification est assez élevé et oscille autour de 230.

4° Tous les produits issus de cette saponification sont acides; aucun d'eux n'est uniquement alcool. En d'autres termes, ils ne renferment aucun composé analogue à la glycérine ou aux alcools éthalique, mélissique, etc.

5° Les fonctions alcool des produits de saponification font donc partie des molécules acides : ce sont des acides-alcools. C'est ce que nous avons reconnu, en effet, par acétylation; et, d'après les chiffres obtenus, nous sommes amenés à penser que la plus grande partie sinon la totalité des produits de saponification sont monoacides et monoalcooliques.

III. Jusqu'ici nous n'avons isolé que deux de ces acides; mais nous avons constaté la présence de plusieurs autres qui n'ont pu être caractérisés faute de matière première.

L'un de ces acides répond à la formule d'un acide oxypalmitique $C^{16}H^{32}O^{3}$ (p. f. 95°); nous l'avons rencontré dans toutes les cires étudiées. Il paraît constituer une partie très importante de ces diverses cires; c'est ainsi que les portions de la cire de *J. Sabina* fondant à 72°, 76°, 82° nous l'ont fourni dans une grande proportion. Nous l'appelons provisoirement *acide junipérique*.

Un deuxième acide répond à la formule d'un acide oxylaurique $C^{12}H^{24}O^{3}$ (p. f. 84°); nous ne l'avons rencontré jusqu'ici que dans la partie de la cire de *J. Sabina* fondant à 82°; nous le nommons *acide sabinique*.

IV. En synthétisant les divers résultats résumés ci-dessus, nous en déduisons que les principes immédiats qui constituent les cires des Conifères sont formés par l'association de molécules d'acides-alcools s'éthérifiant entre elles. La constitution de ces composés est représentée par le schéma suivant :

$$R-CHOH-(CH^2)^n-CO^2-\underset{\displaystyle R'}{CH}-(CH^2)^m-CO^2-\underset{\displaystyle |\atop R'}{CH}-(CH^2)^p-\ldots\ldots\ CO^2H,$$

R, R', R'', etc., pouvant être identiques ainsi que *n*, *m* et *p*. Et il doit en être fréquemment ainsi, car, comme nous l'avons fait remarquer, l'acide

junipérique entre pour une partie importante dans la composition de ces cires.

En résumé, chaque principe immédiat doit posséder une fonction acide libre, une fonction alcool libre, et autant de fonctions éther moins une qu'il y a de molécules acide-alcool associées.

A ce nouveau groupe de principes immédiats naturels nous avons donné le nom d'*étholides* (éther-alcool-acide), dénomination qui rappelle leurs principales fonctions.

Les acides-alcools simples qu'on en peut obtenir par saponification ne sont pas aussi nombreux que nous l'avions cru d'abord, et il est probable que les *étholides* des Conifères diffèrent entre eux surtout par le nombre de molécules d'acides-alcools associées et par l'ordre de leur association.

Il y a là quelque chose d'analogue à ce qu'on constate dans le groupe des glucoses et des polysaccharides.

Mais l'analogie est beaucoup plus étroite avec les *peptides* de M. E. Fischer formés d'acides-aminés, suivant un mode d'association de tous points comparable à celui qui, dans nos *étholides*, unit les acides-alcools générateurs.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses de dérivés de la camphénylone.* Note de MM. **J. Bouveault** et **G. Blanc**, présentée par M. A. Haller.

Dans un récent travail (*Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 180) nous avons décrit une dégradation méthodique de la molécule de la camphénylone. Nous en avons conclu que l'amide qui prend naissance dans l'action de l'amidure de sodium sur la camphénylone doit être représentée par la formule suivante :

$$\begin{array}{ccccc} & CH - CH & \begin{matrix} \diagup CH^3 \\ \diagdown CH^3 \end{matrix} & & \\ \diagup & & \diagdown & & \\ CH^2 & & CH^2 & & \\ | & & | & & \\ CH^2 & - & CH & - CO - AzH^2. & \end{array}$$

Nous pouvons donner aujourd'hui à cette conception la sanction définitive de la synthèse.

Le résultat ultime de la dégradation de la molécule de cette amide a été une acétone cyclique que nous avons pu identifier avec la β-isopropylcyclopentanone. Cette dernière a été préparée synthétiquement par décomposition

de l'anhydride β-isopropyladipique; elle s'est montrée par sa semicarbazone fondant à 198°, son dérivée dibenzylidénique fondant à 139°, identique au produit dérivé de la camphénylone.

Son hydrogénation par le sodium et l'alcool fournit un alcool secondaire bouillant à 98° sous 22^{mm}, tout à fait identique à celui que nous avons obtenu en traitant par l'acide nitreux l'amine dérivée de la camphénylone. Ces deux alcools, traités par l'acide pyruvique à chaud, conduisent au même pyruvate, dont la *semicarbazone* très bien cristallisée fond à 164°.

L'alcool synthétique et celui dérivé de la camphénylone étant rigoureusement identiques, nous avons pu employer ce dernier pour nos expériences synthétiques. Par chauffage à 100° avec de l'acide bromhydrique saturé à 0°, nous l'avons transformé dans le bromure le *β-isopropylbromocyclopentane*

```
            CH²
CH — CH
            CH²
 /
CH²   CH²
|      |
CH²— CHBr
```

qui constitue un liquide incolore plus lourd que l'eau, bouillant à 82° sous 16^{mm}.

Cet éther bromhydrique a été soumis à la réaction de Grignard, au moyen du magnésium; nous avons ainsi obtenu ces dérivés magnésiens que nous avons saturés de gaz carbonique sec. Nous avons ainsi préparé un acide dont la constitution ne peut faire aucun doute, l'acide *β-isopropylcyclopentanecarbonique*. Ce dernier possède les mêmes constantes physiques que celui qui dérive de la camphénylone. Traité successivement par le pentachlorure de phosphore, puis par le gaz ammoniac, il fournit une amide très bien cristallisée, fondant à 167°, absolument identique à celle qui provient de l'action de l'amidure de sodium sur la camphénylone. On remarquera qu'aucune transposition moléculaire n'a pu intervenir dans la suite des transformations très régulières que nous avons décrites.

La camphénylone ne diffère de l'amide fusible à 167° que par une molécule d'ammoniaque en moins, ou, ce qui revient au même, de l'acide β-isopropylcyclopentanecarbonique que par le départ d'une molécule d'eau. Nous n'avons pas encore réussi à repasser de ces composés à la camphénylone, ce qui constituerait une synthèse totale de cet intéressant composé. Il est naturel d'ailleurs que cette transformation soit difficile, puisque l'opération inverse se fait avec une extrême facilité.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide sulfurique sur l'aldéhyde et le paraldéhyde. Préparation de l'aldéhyde crotonique.* Note de M. **Marcel Delépine**, présentée par M. Haller.

Ce sont des phénomènes classiques, que de petites quantités d'acide sulfurique transforment l'aldéhyde éthylique avec dégagement de chaleur en paraldéhyde ou en métaldéhyde, suivant la température de l'opération, et qu'inversement, avec le secours de la chaleur, elles provoquent le retour de ces polymères à l'aldéhyde simple. On sait, d'autre part, qu'employé en grande quantité, sans ménagement, ce même acide charbonne l'aldéhyde; en fait, je n'ai pu arriver à maîtriser la réaction, même en versant goutte à goutte l'aldéhyde dans de l'acide fortement refroidi.

Par contre, j'ai déjà indiqué incidemment, à propos de l'action de l'acide sulfurique fumant, qu'entraînées par un courant gazeux dans un excès d'acide sulfurique concentré et pur maintenu à 10°-15°, les vapeurs d'aldéhyde étaient absorbées sans charbonnement et qu'en diluant ensuite le liquide de dix parties d'eau et distillant, on obtenait abondamment de l'aldéhyde crotonique, sans formation d'acides sulfonés comme avec l'acide sulfurique fumant [1].

J'ai de nouveau étudié cette réaction.

Par une disposition convenable des appareils d'absorption, puis distillation de l'acide dilué d'eau, comme cela sera indiqué avec le paraldéhyde, je suis arrivé à obtenir régulièrement, par rapport au poids d'aldéhyde initial, 30 pour 100 d'aldéhyde crotonique passant à 103°-105°, ayant $D_4^0 = 0,8715$, et quelques centièmes d'un corps nouveau $C^8H^{12}O^2$, dimère de l'aldéhyde crotonique, bouillant vers 195°. On observe, en outre, la présence d'aldéhyde inattaqué ou régénéré dans les produits de tête et une formation abondante de résines.

Un perfectionnement très important de ce procédé consiste à utiliser le paraldéhyde. En effet, en partant de ce corps, on diminue l'échauffement de l'acide sulfurique de la somme des chaleurs de condensation des vapeurs d'aldéhyde en aldéhyde liquide, puis de celui-ci en paraldéhyde. En prenant les données existantes, on a

$$\frac{2}{3} C^6H^{12}O^3_{\text{paraldéhyde liq.}} = C^4H^6O_{\text{ald. crot. liq.}} + H^2O_{\text{liq.}} - 0^{\text{Cal}},2.$$

---

(1) M. Delépine, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 876; *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXVII, 1902, p. 7; 4e série, t. I, 1907, p. 594.

De sorte que la chaleur dégagée dans la réaction de l'acide sulfurique (qui, naturellement, dépolymérise le paraldéhyde) devrait se limiter théoriquement à l'échauffement de l'acide par l'eau formée. En réalité, l'échauffement est peu intense, mais il se trouve certainement accru par les réactions accessoires de formation de produits plus condensés, notamment des résines. Ceci est si exact que, si l'on mêle petit à petit volumes égaux de paraldéhyde et d'acide, la réaction d'abord très faible se déclare tout à coup avec échauffement violent, noircissement et projection. On récolte, à peu près uniquement, une résine: on a, par conséquent, le droit de dire que la formation de cette résine cause un dégagement de chaleur.

Pour préparer l'aldéhyde crotonique et son dimère, on opère donc de la façon suivante :

On verse, en agitant sous un robinet d'eau courante, par portions de 10^g à 15^g, 50^g de paraldéhyde dans 250^{cm^3} d'acide sulfurique concentré commercial ordinaire, placé dans un matras de 1^l; on attend ensuite 15 minutes; on dilue à 2^l avec de l'eau ordinaire et l'on entraîne à la vapeur deux dixièmes successifs de ce liquide. Les premiers dixièmes provenant de plusieurs opérations semblables sont distillés directement à leur tour; l'aldéhyde crotonique passe dans les premières portions avec un peu d'eau qu'il surnage; on le décante et l'on reverse l'eau sous-jacente dans l'appareil distillatoire, car elle est saturée d'aldéhyde crotonique: on réitère au besoin cette opération; on distille jusqu'à ce qu'aucune huile ne passe plus. Les distillats finals, ainsi que les seconds dixièmes qui n'ont pas servi, sont épuisés à l'éther qui s'empare des produits de condensation plus avancés et du peu d'aldéhyde crotonique qu'ils peuvent encore contenir.

En redistillant l'aldéhyde crotonique brut après dessiccation sur du chlorure de calcium, j'ai obtenu, par rapport au poids de paraldéhyde, 34 pour 100 d'aldéhyde crotonique passant à 100°-105°, soit 43 pour 100 du rendement théorique; en rectifiant ensuite sous pression réduite les produits supérieurs restés dans le ballon, joints à ceux que l'éther avait extraits, j'ai eu 2,4 pour 100 du composé $C^8H^{12}O^2$, passant à 92°-98° sous 30^{mm}. On observe, en outre, la régénération de petites quantités d'aldéhyde et la formation d'abondantes résines.

Ce second procédé fournit donc de l'aldéhyde crotonique dans des conditions expérimentales d'une simplicité remarquable, avec un rendement qu'on atteint à peine autrement; il a l'avantage de prendre comme point de départ le paraldéhyde, alors que les procédés connus nécessitent de l'aldéhyde, parfois même de l'aldéhyde pur et récent, plus coûteux, dont la volatilité cause des pertes et nécessite des précautions spéciales.

En quelques minutes, il permet de montrer la crotonisation de l'aldéhyde, car l'acide dilué exhale instantanément l'odeur de l'aldéhyde crotonique. La durée des entraînements à la vapeur peut d'ailleurs être abrégée de

moitié, si l'on ne tient pas aux produits supérieurs, car le premier dixième distillé renferme tout l'aldéhyde crotonique.

La formation d'un polymère de l'aldéhyde crotonique est intéressante, en ce sens que les produits de condensation de l'aldéhyde, C^6H^8O, $C^8H^{10}O$, $C^8H^{14}O^3$, $C^{10}H^{12}O$, isolés par Kekulé [1], Raper [2], Zeisel et Béla v. Bittó [3] n'ont pas permis à ces auteurs d'avoir de dérivés immédiats (oximes, semicarbazones, hydrazones) stables, alors que celui que j'ai obtenu est un aldéhyde donnant des produits cristallisés bien définis. Sa semicarbazone $C^9H^{15}O^2N^3$ fond à 191-194°; son oxime $C^8H^{13}O^2N$, à 106°; celle-ci, après 2 ans, avait à peine jauni et elle a pu être recristallisée avec ses propriétés primitives.

Il y a donc lieu d'espérer que, malgré le faible rendement de l'opération, il sera possible d'étudier la constitution dudit aldéhyde.

Les résines formées en milieu sulfurique sont de couleur fauve, insolubles dans l'eau, incomplètement solubles dans l'alcool; leur oxydation nitrique m'a fourni aisément de l'acide oxalique et un composé jaune amorphe, soluble dans l'ammoniaque en orangé. Elles ont d'ailleurs l'allure de celles qu'ont préparées Liebig, Puchot, Trillat, etc.

En résumé, cette étude de l'action de l'acide sulfurique sur l'aldéhyde et le paraldéhyde a conduit à un procédé avantageux de préparation de l'aldéhyde crotonique et elle a fait connaître un composé dimère de cet aldéhyde dont je poursuis l'étude.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des acides sur la diiodo-α-méthylspartéine.* Note de M. **Amand Valeur**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, t. CXLVII, p. 864) j'ai démontré que la diiodo-α-méthylspartéine, produit de l'action de l'iode sur l'α-méthylspartéine, représente en réalité l'iodométhylate d'une iodoisospartéine

$$NC^{15}H^{24}IN\begin{matrix}CH^3\\ I\end{matrix}.$$

Pour établir que, dans ce composé, une seule fonction basique reste libre, j'ai essayé d'en préparer des sels.

(1) *Ann. Chem. und Pharm.*, t. CLXII, 1872, p. 105.

(2) *Chem. Soc.*, t. XCI, 1907, p. 1831.

(3) *Mon. f. Chem.*, t. XXXIX, 1908, p. 591.

En dissolvant à chaud cet iodométhylate dans les acides sulfurique, chlorhydrique ou acétique étendus, on obtient par refroidissement non pas les sulfate, chlorhydrate ou acétate correspondants, mais, dans tous les cas, un même composé renfermant 3^{at} d'iode. Ce corps fond en se décomposant à 198° et constitue l'iodhydrate du produit d'où l'on est parti. Il répond à la formule

$$\begin{matrix} H \\ I \end{matrix} \!\!> NC^{15}H^{25}IN \begin{matrix} CH^3 \\ \diagdown I \end{matrix}.$$

En effet, par l'action du carbonate de sodium, il régénère l'iodométhylate d'iodo-isospartéine. On peut d'ailleurs l'obtenir par l'action de l'acide iodhydrique sur ce dernier composé.

La formation d'un iodhydrate dans ces conditions est assez curieuse. On peut l'interpréter en admettant que, dans l'action des acides étendus et bouillants sur la diiodo-α-méthylspartéine, celle-ci se décompose en partie avec mise en liberté d'acide iodhydrique qui se porterait sur une fraction non décomposée et la transformerait en iodhydrate. L'enlèvement d'acide iodhydrique se fait vraisemblablement de la façon suivante :

```
            CH                                   CH
CH²  /  |  \  CH — C⁸H¹⁴N              CH²  /  |  \  CH — C⁸H¹⁴N
    |  CH — CH²I            = HI +         |  C = CH²
CH²  \     CH²                         CH²  \  |  /  CH²
        N   CH³                                 N   CH³
            \I                                      I
```

En décomposant par le carbonate de sodium les eaux mères obtenues dans l'action de l'acide acétique étendu sur la diiodo-α-méthylspartéine, j'ai pu obtenir une petite quantité d'un produit dont la teneur en iode est voisine de celle exigée par la formule ci-dessus.

On pouvait espérer réaliser beaucoup plus facilement cet enlèvement d'acide iodhydrique par l'action de la soude étendue. En opérant à la température d'ébullition, l'action est sensiblement nulle ; au contraire, à 125°-130° en tube scellé, une réaction assez singulière se produit qui met en liberté de l'α-méthylspartéine.

La formation de cette base, dans ces conditions, peut être représentée par l'équation

$$NC^{15}H^{25}IN(CH^3I) + 2\,NaOH = NC^{15}H^{25}N(CH^3) + 2\,NaI + O + H^2O.$$

L'oxygène sert vraisemblablement à oxyder une partie de l'α-méthylspartéine produite, car on ne le retrouve pas à l'état d'iodate dans la liqueur alcaline.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Fonctionnement des présures aux diverses températures.* Note de M. C. **Gerber**, présentée par M. Guignard.

On sait que la loi qui régit les actions diastasiques est *la constance du produit de la quantité de ferment par la quantité d'action.*

Quand on cherche à vérifier cette loi pour les présures, on constate qu'aux environs de 40° elle ne s'applique qu'à des durées moyennes du temps de caséification. C'est ainsi qu'avec le suc de feuilles de Figuier, on obtient, à 40°, les chiffres suivants, en opérant sur 5$^{cm^3}$ de lait bouilli :

Dose de présure......	0$^{cm^3}$,24	0$^{cm^3}$,12	0$^{cm^3}$,06	0$^{cm^3}$,03	0$^{cm^3}$,015
Temps de coagulation..	4^{m}15^s	6^{m}50^s	13^{m}10^s	26^{m}30^s	67^m
Produit.............	1,02	0,819	0,790	0,795	1

On voit qu'en deçà de 6^{m}50^s et au delà de 26^{m}30^s, la loi de proportionnalité cesse d'être exacte ; les temps de coagulation sont plus longs qu'ils ne devraient l'être, par comparaison avec les précédents.

Cette zone moyenne est plus ou moins grande, suivant l'état du lait et suivant les présures; mais, pour toutes, elle se déplace dans le sens des coagulations courtes quand la température s'élève ,et dans le sens des coagulations longues quand elle s'abaisse.

Aussi, pour étudier les dérogations à la loi de proportionnalité inverse intéressant les coagulations longues, est-il nécessaire d'opérer aux températures élevées, tandis que pour aborder utilement celles qui intéressent les coagulations courtes, il convient d'opérer à basse température.

Nous avons montré [1] que la dérogation à la loi de Segelcke et Storch, dans le cas de coagulations lentes, est due, le plus souvent, à la faiblesse du taux de minéralisation du lait, et qu'il suffit d'élever convenablement ce taux, par addition d'un sel neutre de métal alcalin ou alcalino-terreux, pour faire suivre, à ces coagulations, la loi de proportionnalité inverse.

Nous avons montré également que les acides peuvent remplacer les sels neutres dans cette régularisation.

C'est l'étude de la dérogation, dans le cas des coagulations rapides, que nous résumerons ici.

---

(1) C. Gerber, *Régularisation du fonctionnement des présures des Mammifères aux températures élevées* (*Réunion biologique de Marseille*, in *C. R. Soc. Biol.*, t. LXV, p. 537-541), et *La loi de proportionnalité inverse et les présures végétales aux températures élevées* (*C. R. Soc. Biol.*, 1908).

1° Si l'on part de temps de coagulations égaux, la dérogation à la loi de Segelcke et Storch est, pour des doses 2, 4, ... fois plus fortes, d'autant plus grande que la température est plus élevée.

Quantité de présure de Figuier ajoutée à 5^{cm^3} de lait bouilli.	Temps de coagulation ; produit de ce temps par la dose de présure											
	50° $\frac{F}{16}$.		45° $\frac{F}{12}$.		40° $\frac{F}{8}$.		35° $\frac{F}{6}$.		30° $\frac{F}{3}$.		25° $\frac{F}{2}$.	
	Temps.	Prod.	Temps.	Prod.	Temps.	Prod.	Temps.	Prod.	Temps.	Prod.	Temps.	Prod.
cm³	m s		m s		m s		m s		m s		m s	
0.50....	13.30	6,75	13.15	6.70	13.10	6,58	13.45	6,87	13.20	6,67	13.30	6,50
2.......	3.25	6,83	3.45	7.50	4.15	8.50	5.20	10,66	6.15	12,50	9.45	19,50

2° Pour une même température, la dérogation est d'autant plus grande que la dose de présure est plus forte.

Dose de présure...........		$1^{cm^3},92$.	$0^{cm^3},96$.	$0^{cm^3},48$.	$0^{cm^3},24$.	$0^{cm^3},12$.	$0^{cm^3},06$.	$0^{cm^3},03$.
Figuier, lait bouilli à 25°.	Temps.....	11^m50^s	12^m40^s	16^m40^s	23^m05^s	38^m00^s	74^m00^s	155^m
	Produit.....	22,71	12,15	8	5,54	4,56	4,44	4,65
Broussonetia, lait cru 25°.	Temps.....	9^m40^s	13^m05^s	25^m10^s	52^m15^s	118^m	298^m	»
	Produit.....	18,55	12,56	12,08	12,53	14,16	17,88	»
Présure Hansen dialysée 24 heures, lait cru 20°.	Temps.....	9^m50^s	16^m25^s	25^m	35^m45^s	52^m35^s	70^m25^s	98^m
	Produit.....	18,87	15,76	12	8,58	6,31	4,22	2,94

3° Pour une même quantité de présure, la dérogation est d'autant plus grande que la présure est plus riche en matières minérales. Cette action, qui avait été soupçonnée par Duclaux, ressort nettement des expériences suivantes où l'on a fait agir à 20°, sur 5^{cm^3} de lait cru, une solution au $\frac{1}{5}$ de présure sèche Hansen, dont on connaît la forte minéralisation. Le volume de la solution coagulante était uniformément porté à $1^{cm^3},92$, avec de l'eau distillée dans les trois premières expériences, avec de la présure stérilisée à 100° dans la quatrième.

Dose de présure...........		$1^{cm^3},92$.	$0^{cm^3},96$.	$0^{cm^3},48$.	$0^{cm^3},24$.	$0^{cm^3},12$.	$0^{cm^3},06$.	$0^{cm^3},03$.
Présure non dialysée, pure..	Temps..	300^m	101^m	15^m30^s	11^m	15^m50^s	29^m40^s	53^m20^s
	Produit.	576	96,96	7,44	2,64	1,90	1,78	1,60
Présure dialysée 48 heures, pure....................	Temps..	3^m50^s	5^m05^s	9^m	16^m50^s	29^m40^s	36^m50^s	53^m30^s
	Produit.	7,35	4,88	4,32	4,04	3,54	2,21	1,60
Présure dialysée additionnée de 6 pour 100 NaCl......	Temps..	7^m	5^m20^s	7^m05^s	13^m25^s	25^m45^s	41^m	67^m30^s
	Produit.	12,54	5,12	3,40	3,22	3,09	2,46	2,02
Présure non dialysée + présure stérilisée...........	Temps..	295^m	490^m	900^m	1740^m	»	»	»
	Produit.	566	470	432	417	»	»	»

4° Les acides et les sels alcalino-terreux, ajoutés au lait, déterminent une accélération d'autant plus forte que la quantité de présure est plus considérable. Cette accélération vient contrebalancer complètement ($CaCl^2$) ou partiellement (HCl) le ralentissement observé avec ces fortes doses, d'où une régularisation de la caséification complète ($CaCl^2$) ou partielle (HCl).

5° Les sels de métaux alcalins ne corrigent en aucune façon la dérogation à la loi de proportionnalité inverse, que ces électrolytes soient employés à dose accélératrice ou à dose retardatrice.

Dose de présure sèche Hansen au $\frac{1}{20}$ dialysée pendant 96 heures.	Temps de coagulation de 5^cm³ de lait cru à										
	38° pur.		20° pur.		20° NaCl (a).	20° NaCl (b).	20° HCl (c).	20° HCl (d).	20° CaCl² (e).	20° CaCl² (f).	
		Prod.		Prod.							Prod.
cm³	m s		m s		m s	m s	m s	m s	m s	m s	
1,92	1.35	3,03	34.35	66,39	28	81.35	10.25	2.25	6.56	1.35	3,03
0,96	3	2,88	44.10	42,40	37	119.25	16.30	4.25	11.40	3.10	3,03
0,49	5.50	2,80	56.40	27,20	50.40	152.45	25.10	8.10	19.25	6.05	2,92
0,24	11.25	2,74	85.40	20,56	78.50	203.35	41.55	15.25	33.50	12	2,88
0,12	22.40	2,71	140.30	16,86	130.10	307	80.45	29.45	62.50	23.35	2,83
0,06	46.35	2,79	234.20	14,06	230	440	155.35	63.15	120.55	44	2,64
0,03	98	2,94	420	12,60	380	»	304	145.05	230	85,35	2,57

(a) 50; (b) 300; (c) 2,5; (d) 10; (e) 2,5; (f) 10 molécules-milligrammes par litre de lait.

Si, maintenant, on compare les chiffres des colonnes 2 et 3 du dernier Tableau, où l'on a fait agir à 38° et à 20° les mêmes quantités de présure privée de matières minérales, on se rendra compte qu'on ne peut guère donner, pour les dérogations à la loi de Segelcke et Storch observées avec des doses massives de présure, l'explication de Duclaux et admettre avec lui l'existence d'un minimum de temps nécessaire à un nouvel arrangement moléculaire dont dépendrait la coagulation. En effet, les temps de caséification sont beaucoup plus courts à 38° (1^m 35^s) qu'à 20° (34^m 35^s), et cependant la loi de proportionnalité inverse se vérifie beaucoup mieux à la première température qu'à la seconde. Mêmes observations découlent de l'examen des colonnes 3 et 9, où les expériences ont été faites à la même température (20°).

Il nous paraît plus logique d'incriminer les albumines et globulines qui ne manquent dans aucune présure, comme on peut le constater en chauffant ces dernières ou en les dialysant à fond et dont nous avons mis maintes fois en évidence le caractère retardateur.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Essais sur l'analyse moléculaire des protoplasmides.* Note de MM. A. **Etard** et A. **Vila**, présentée par M. Émile Roux.

I. Dans une précédente Note (*Comptes rendus*, 1[er] juin 1908, p. 1155), nous avons décrit une méthode générale d'hydrolyse des protoplasmides amenant la réduction d'un tissu ou d'une espèce zoologique quelconque à l'état d'un sirop clair, déminéralisé, susceptible de se prêter à la recherche des espèces chimiques.

Des travaux ultérieurs permettront de constituer une Chimie zoologique capable d'analyser les sécrétions et d'apporter des caractères d'espèce ou de variété, aussi importants que ceux que la Physiologie peut tirer des considérations de morphologie.

II. Jusqu'à présent, la séparation de corps définis en Chimie biologique a supposé l'emploi classique de l'acide phosphotungstique, corps encombrant, dont la puissance de rendement est faible et souvent nuisible pour la suite des analyses.

Mais la critique d'un réactif est vaine si rien d'autre ne le remplace mieux. Nous pensons réaliser un progrès en introduisant dans l'examen des albuminoïdes ou protoplasmides divers réactifs fonctionnels s'adaptant aux complexes à séparer et y provoquant des départs spécifiques.

Le sirop déminéralisé n'est d'abord l'objet d'aucun traitement chimique.

Les choses n'étant pas uniformes dans la nature les espèces chimiques se présentent parfois d'elles-mêmes par simple concentration. Entre autres, la tyrosine impure est souvent enlevée par de simples moyens mécaniques. Le sirop ne cédant plus rien reste imputrescible, bien qu'aqueux, et se montre tellement homogène qu'il semble que rien ne puisse le scinder.

Les principes cristallisables donnent aussi l'illusion de corps définis et sont enduits du sirop précédent. Tout cela, cristaux et sirop stable, possède une composition analytique si rapprochée qu'on pense d'abord à des cas d'isomérie irréductibles.

III. A ces différences infimes dans la nature et la variation des corps nous avons pensé opposer une variation inappréciable des solvants.

L'alcool méthylique ou méthol, qui nous sert toujours, est parfaitement anhydre.

Cependant c'est de l'eau à peine troublée dans sa fonction : l'alcool absolu est carburé davantage :

$H-O-H$	$H-O-CH^3$	$H-O-CH^2-CH^3$
Eau.	Méthol.	Alcool.

Les cristalloïdes enduits d'eau mère sont introduits dans des cartouches en papier à filtre et épuisés par du méthol anhydre bouillant.

Dans toutes les circonstances, nous obtenons, par ce procédé indispensable, un résidu insoluble, blanc, sucré contenant divers acides aminés déjà très purs et toujours cristallisables. Là se trouve un premier moyen de séparation par groupes dans les milieux anhydres, comparable aux actes précis de la Chimie analytique des minéraux. Nous reviendrons par la suite sur les constituants de ce groupe.

L'extrait aqueux incristallisable, joint au méthol de lessivage des cartouches précédentes, est mallaxé avec du méthol anhydre froid en plusieurs temps. Cet alcool se mouille en amenant la dessiccation exacte de la matière sans qu'elle puisse s'oxyder ni se caraméliser. Ce travail amène la formation d'une poudre insoluble blanche, plus ou moins abondante selon les espèces et qui se joint au produit blanc des cartouches. Le méthol, devenu aqueux et contenant les extraits solubles, est distillé à la colonne à rectifier de façon à séparer l'eau et restituer à ce corps l'état anhydre que nous considérons comme capital dans son emploi.

Bientôt nous sommes en présence de matériaux d'hydrolyse *secs* dissous dans le méthol anhydre. Là se trouvent des corps à fonction acide, basique ou autre, nécessitant encore l'intervention d'un réactif qui soit approprié au milieu. Nous avons atteint ce résultat en dissolvant de la baryte anhydre dans du méthol anhydre bouillant. Le *métholate de baryum* ainsi formé constitue notre réactif de précipitation des corps à fonction acide; il permet le titrage volumétrique de ceux-ci.

La place nous manque dans cette Note expérimentale pour donner des détails sur lesquels nous reviendrons souvent, possédant déja nos premiers outils.

Il faut cependant, à titre d'exemple, citer quelques chiffres parmi tant d'autres sur la composition du métholate de baryum organique :

	C.		H.		Az.		Ba.
Œufs de harengs	21,6	22,2	3,2	3,1	6,6	6,6	28,8
Laitance de harengs ...	19,9	20,2	3,15	3,30	6,4	6,2	31,2

De ces sels on retire facilement de l'acide aspartique et de l'acide glutamique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence de quelques sels minéraux et en particulier du chlorure stanneux sur la fermentation.* Note de M. G. GIMEL, présentée par M. L. Maquenne.

On sait que, indépendamment des éléments minéraux, soufre, phosphore, azote, soude, potasse, chaux, magnésie, fer, etc., reconnus indispensables à la végétation, il en est d'autres dont la présence, à l'état de

traces, est nettement favorable. Il suffit de rappeler comme exemple le zinc qui, dans le liquide classique de Raulin, augmente, toutes choses égales d'ailleurs, le rendement des cultures de l'*Aspergillus niger*.

D'autre part, Kayser et Marchand ont fait voir que le manganèse, à la dose de $\frac{5}{10000}$ à $\frac{10}{10000}$, influence favorablement la fermentation alcoolique.

Sans nous inquiéter de savoir si ces effets sont dus à une excitation de la levure ou de la zymase, ou encore à quelque action catalytique s'ajoutant à celle du ferment, nous nous sommes proposé, dans ce travail, d'étudier comparativement l'action de divers sels minéraux, de platine, de nickel, de vanadium, de bismuth, d'étain, de chrome et d'urane sur des cultures de levure elliptique de vin (Jacquemin) et de levures de distillerie du type Frohberg.

Pour chacun de ces sels nous avons déterminé la dose mortelle et la dose d'activité optima, et c'est seulement en possession de ces données que nous les avons ensuite ajoutés aux moûts. Les ensemencements ont été faits avec des doses de levure identiques et les cultures soumises à la même température; chaque expérience était conduite comparativement avec un témoin et une autre fermentation faite en présence de sulfate de manganèse. La marche de la fermentation était suivie au densimètre et finalement les vins obtenus étaient soumis à une analyse complète.

De tous ces essais nous ne retiendrons ici que ceux, particulièrement dignes d'intérêt, qui sont relatifs aux sels d'étain et de bismuth.

Le sous-nitrate de bismuth et le protochlorure d'étain (chlorure stanneux, sel d'étain) ont, à doses très faibles, exercé une action remarquable sur l'activité du *saccharomyces*.

Ce dernier surtout, ajouté aux moûts dans la proportion de $\frac{1}{10000}$, donne une augmentation de rendement en alcool de 4 pour 100 environ sur le témoin, alors que le sulfate de manganèse, à dose dix fois plus forte, n'augmente le titre alcoolique que de 2 à 3 pour 100, par rapport au témoin.

Sous l'influence du sel d'étain, le réveil des levures est plus rapide et leurs cultures, obtenues dans ces conditions, conservent la même propriété pendant un certain temps, pour cependant la perdre ensuite.

Comme exemple, nous ne rapporterons que le suivant, qui est caractéristique et qui nous a été donné par une levure elliptique :

	28 juin (début).	29 juin.		1er juillet (fin).	
		Témoin.	$SnCl^2$.	Témoin.	$SnCl^2$.
Densité	1062	1050	1043	1012	1009
Sucre (en glucose) pour 100	12,7	»	»	1,5	traces
Alcool pour 100 à 15°	»	»	»	6,7	7,0
Acidité en SO^4H^2	3,7	»	»	4,2	4,1

L'influence du sel d'étain, qui s'exerce à la fois sur l'activité de la levure et le rendement en alcool, est ici des plus manifestes.

En outre, ses propriétés réductrices provoquent une décoloration partielle des jus, importante surtout dans le cas des mélasses, qui me paraît être, d'après certaines observations encore inédites, favorable au développement et à la vie de la levure.

L'emploi du protochlorure d'étain peut donc rendre d'excellents services aux industries de la fermentation visant la production de l'alcool.

BOTANIQUE. — *Influence de la lumière sur le développement des fruits et des graines.* Note de M. **W. Lubimenko**, présentée par M. Gaston Bonnier.

J'ai déjà signalé (¹) que les fruits d'*Acer Pseudoplatanus* exigent pour leur développement normal un certain éclairement. Étant donné l'intérêt de la question du rôle de la lumière dans ce cas particulier, j'ai étendu mes recherches, faites au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, sur d'autres plantes. L'expérience m'a montré que c'est seulement au début de la formation du fruit que la lumière est absolument nécessaire; lorsque le fruit a passé par ce stade assez court, à un certain éclairement, il peut se développer ensuite à l'obscurité. En effet, si l'on prend des plantes dont les fleurs sont autopollinisées et si l'on enferme leurs inflorescences, avant la pollinisation des fleurs, dans des sacs noirs ou dans des sacs blancs, fixés sur la plante, on n'obtient en général des fruits normaux que sur les inflorescences enfermées dans les sacs blancs, c'est-à-dire sur les inflorescences éclairées. Ainsi, dans une expérience, 30 épis de blé enfermés dans des sacs noirs avant la pollinisation des fleurs n'ont porté que de 3 à 5 fruits normaux par épi, tandis que les épis enfermés, au même stade, dans des sacs blancs, m'ont donné de 16 à 25 fruits par épi. Des résultats analogues ont été obtenus pour le *Pisum sativum*.

La proportion des fruits développés par rapport au nombre des fleurs est encore très petite quand on enferme dans les sacs noirs les inflorescences pendant le premier stade de la formation du fruit. Ainsi, le *Syringa vulgaris* donne sur les inflorescences laissées à l'air libre de 35 à 40 pour 100 de fruits par rapport au nombre de fleurs. On obtient la même proportion des fruits aussi sur les inflorescences enfermées dans des sacs blancs juste au moment où les corolles des fleurs commencent à se faner. Au contraire, les inflorescences enfermées au même stade, dans des sacs noirs, ne donnent

(¹) *Revue générale de Botanique*, 1907.

que 18 pour 100 de fruits par rapport au nombre de fleurs. Mais si on laisse passer un laps de temps assez long après la fécondation des fleurs et si l'on enferme ensuite des inflorescences dans des sacs noirs, on obtient dans ce cas, à l'obscurité, un nombre de fruits sensiblement le même qu'à la lumière. Quoique les fruits ainsi développés à l'obscurité ne diffèrent pas sensiblement des fruits qui ont mûri à la lumière, les premiers renferment moins de graines que les derniers. Ainsi j'ai eu, dans une expérience, les nombres suivants de graines pour 100 fruits :

	A l'obscurité.	A la lumière.
Cytisus Laburnum	180	252
Pisum sativum	371	416
Lathyrus latifolia	400	480
Colutea arborescens	463	1020
Syringa vulgaris	146	195

Comme on le voit d'après ces nombres, la lumière favorise le développement des graines dans les fruits. Si l'on calcule ensuite le poids sec des graines et des péricarpes provenant des fruits qui ont mûri à l'obscurité, on obtient les nombres suivants qui représentent la proportion pour 100 du poids sec, soit des graines, soit du péricarpe provenant des fruits développés à la lumière :

	Graines.	Péricarpes.
Cytisus Laburnum	95	95
Pisum sativum	75	53
Lathyrus latifolia	90	»
Colutea arborescens	76	»
Ribes rubrum	83	64
Sorbus Aucuparia	87	60

Ces nombres montrent donc que la production de la substance sèche chez les fruits diminue notablement à l'obscurité.

Une autre série d'expériences m'a montré qu'il existe un éclairement *optimum* pour la production de la substance sèche chez les fruits. Cet éclairement *optimum* correspond à la lumière du jour plus ou moins atténuée, suivant la plante. Pour atténuer l'éclairement du jour, j'enferme les inflorescences portant de très jeunes fruits simultanément dans des sacs blancs faits d'une étoffe blanche et doublés par une ou deux couches de papier blanc ordinaire, ou encore dans des sacs blancs simples (sans doublure). Je récolte ensuite tous les fruits en même temps. Si l'on calcule le poids sec des graines et des péricarpes provenant des fruits formés dans ces sacs, on obtient les chiffres suivants qui représentent la proportion pour 100 du poids sec, soit des graines, soit des péricarpes appartenant aux fruits déve-

loppés à l'air libre :

	Sacs blancs doublés par deux couches de papier.		Sacs blancs doublés par une couche de papier.		Sacs blancs simples.	
	Graines.	Péricarpes.	Graines.	Péricarpes.	Graines.	Péricarpes.
Syringa vulgaris......	122	195	114	195	126	115
Ribes rubrum.........	106	111	105	128	»	»
Ampelopsis hederacea..	112	104	121	111	130	103
Prunus Cerasus.......	»	105	»	112	»	98
Pirus communis.......	»	107	»	110	»	101
Pirus Malus..........	»	205	»	124	»	155

Comme on le voit d'après ces nombres, le poids sec maximum des graines ou des péricarpes correspond à la lumière du jour plus ou moins atténuée, suivant la plante. Il faut ajouter encore que le poids frais des fruits varie, suivant l'éclairement, sensiblement dans le même sens que leur poids sec.

Quelques expériences faites sur le *Prunus Cerasus*, le *Vitis vinifera*, le *Sorbus Aucuparia* montrent que l'acidité des fruits diminue avec la lumière. Ainsi, en prenant la proportion pour 100 d'acidité des fruits développés à l'air libre, nous avons pour les fruits formés dans les sacs les nombres suivants :

	Prunus Cerasus.	*Vitis vinifera.*	*Sorbus Aucuparia.*
Sacs blancs simples.........................	100	78	67
Sacs blancs doublés par une couche de papier...	88	86	65
» par deux couches de papier.	88	85	76
Sacs noirs.................................	128	80	60

Ces nombres montrent que l'acidité des fruits développés à la lumière du jour atténuée est, dans la majorité des cas, beaucoup moindre que celle des fruits qui ont mûri à l'air libre. Au contraire, la quantité des substances qui réduisent la liqueur de Fehling est plus grande chez les premiers fruits que chez les derniers, comme je l'ai constaté pour le *Prunus Cerasus*.

Tous ces faits prouvent que la lumière joue un rôle très important dans les phénomènes de la formation et du développement du fruit. L'influence de la lumière, dans ce cas, est du même ordre que celle que j'ai constatée antérieurement pour l'assimilation des substances organiques par les plantes supérieures.

BOTANIQUE. — *Contribution à l'étude cytologique des Endomyces :* Saccharomycopsis capsularis *et* Endomyces fibuliger. Note de M. **A. Guilliermond**, présentée par M. Gaston Bonnier.

On sait que les levures se rattachent incontestablement aux Ascomycètes par leurs asques. Celles qui n'offrent pas de conjugaison se distinguent cependant des autres Ascomycètes par l'absence de la karyogamie dans les cellules mères des asques.

Les recherches de Klöcker et de Lindner ont fait connaître l'existence de deux Champignons très curieux qui nous paraissent être des formes de transition entre les Saccharomyces et les Endomyces. L'un, le *Saccharomycopsis capsularis*, a été classé par Klöcker parmi les Saccharomycètes et considéré comme un genre nouveau caractérisé par ses ascospores à doubles membranes. L'autre, l'*Endomyces fibuliger*, a été rapporté par Lindner aux genres Endomyces : ses ascospores n'offrent qu'une seule membrane et ont une forme hémisphérique analogue à celles de *Willia saturna* et *Endomyces decipiens*.

Nous nous sommes proposé d'étudier la cytologie de ces deux espèces et en particulier de rechercher si leur asque est le siège d'un phénomène karyogamique comme chez les autres Ascomycètes ou si, au contraire, ce phénomène ne se produit pas comme chez les Saccharomyces.

Cultivés sur carotte, ces deux Champignons présentent des caractères très voisins. L'un et l'autre produisent un mycélium typique, très ramifié, formé d'articles plus ou moins allongés qui donnent par bourgeonnement une grande quantité de conidies levures. Chaque article, quelle que soit sa longueur, n'est pourvu que *d'un seul noyau* constitué d'un nucléoplasme incolore entouré d'une membrane colorée et renfermant un gros nucléole et quelques fins granules chromatiques. Les conidies levures offrent la même structure que les Saccharomyces. La division nucléaire est facile à observer dans les conidies levures et surtout aux extrémités des filaments en voie de croissance. Ces derniers se terminent par un article allongé, rempli d'un cytoplasme très dense et très colorable. Le noyau montre un gros nucléole entouré de nucléoplasme. Le reste de la structure du noyau ne se distingue pas, sans doute par suite de la densité du cytoplasme. La division de ce noyau s'effectue, comme dans les levures, par allongement suivi d'étranglement et se rattache à l'amitose.

La formation des asques chez le *S. capsularis* et l'*E. fibuliger* s'effectue très facilement au bout de 6 à 8 jours et de la même manière que les deux Champignons. Les articles terminaux de certaines parties du mycélium produisent par une sorte de bourgeonnement des files de grosses cellules sphériques qui représentent les cellules mères des asques.

Dans l'*E. fibuliger*, Lindner a signalé l'existence de fréquentes anastomoses entre les articles du mycélium. Un fait curieux qui résulte de nos observations est que, en réalité, ces anastomoses ne se produisent pas à un stade quelconque du développement, mais accompagnent toujours la formation des asques. En dehors d'un très grand nombre d'asques qui naissent sans qu'il y ait production d'aucune anastomose, on en constate cependant fréquemment qui communiquent avec une cellule voisine au moyen d'anastomoses. Lorsque les asques naissent par bourgeonnement d'un article intercalaire, ils se forment presque toujours au voisinage de l'une des cloisons transversales de cet article, et une anastomose peut mettre en communication la cellule mère de l'asque avec l'article voisin. Si l'asque se forme à l'extrémité d'un filament, l'anastomose s'opérera entre l'article terminal de ce filament et l'asque. Enfin, dans une chaîne d'asques, on constatera parfois des anastomoses reliant les asques l'un à l'autre. Il n'est pas rare aussi de rencontrer des anastomoses entre deux asques appartenant à des filaments différents, voisins l'un de l'autre.

D'ordinaire, les deux cellules anastomosées restent séparées l'une de l'autre par la persistance de la cloison séparatrice au milieu de l'anastomose. Parfois, cependant, elles arrivent à communiquer l'une avec l'autre par résorption de cette cloison. Mais, dans aucun cas, nous n'avons pu observer de fusion nucléaire. Ces anastomoses n'aboutissent donc pas à une fécondation, mais il semble légitime de les considérer comme le vestige d'une conjugaison isogamique ancestrale, comparable à celle qui existe dans l'*Eremascus fertilis* (Mlle Stoppel) et à celle qui paraît se produire dans l'*E. Magnusii*. L'*E. fibuliger* présenterait donc à ce point un grand intérêt phylogénétique.

Dans le *S. capsularis* et l'*E. fibuliger*, les phénomènes cytologiques qui s'opèrent dans la cellule mère des asques sont absolument semblables et ne diffèrent en aucune manière de ce que nous avons décrit autrefois dans les levures. Dès leur naissance, les cellules mères ne renferment qu'un seul noyau; *il n'y a donc pas de karyogamie*. Lorsque la cellule a acquis son volume définitif, elle présente un cytoplasme alvéolaire et un très gros noyau accolé sur l'un des côtés de la cellule. Bientôt ce noyau s'entoure d'une zone de cytoplasme très colorable qui gêne l'observation de sa division. On ne peut constater que l'apparition de deux, puis de quatre petits noyaux qui s'écartent l'un de l'autre, entourés chacun d'une petite masse de cytoplasme très colorable, se délimitant bientôt, par une fine membrane, en une spore dont la membrane s'épaissira et dont le volume augmentera pro-

gressivement. Dans l'*E. fibuliger*, les quatre noyaux distribuent tout autour de la membrane de l'asque, ainsi que le cytoplasme très chromophile qui les entourent; les spores offrent au début l'aspect de petits fuseaux.

Il résulte de nos observations que le *S. capsularis* et l'*E. fibuliger* offrent les mêmes caractères cytologiques. Il y a donc lieu de rapprocher ces deux Champignons, qui ne diffèrent que par la présence des ascospores à une seule membrane chez l'un, et d'ascospores à deux membranes chez l'autre.

Bien qu'on ignore complètement la cytologie des asques des Endomyces, il nous semble qu'on peut considérer le *S. capsularis* et l'*E. fibuliger* comme se rattachant au genre Endomyces. Quoi qu'il en soit, le *S. capsularis* et l'*E. decipiens*, qui morphologiquement présentent incontestablement les caractères du genre Endomyces et n'en diffèrent que par la présence des conidies levures, rappellent beaucoup les Saccharomyces, aussi bien par leur structure que par les caractères de leurs asques. Ils en diffèrent exclusivement par l'existence d'un mycélium typique représenté seulement chez les levures par les rudiments du mycélium qui constituent les voiles. Il semble donc que les levures pourraient être considérées avec Dangeard comme des formes dérivées des Endomycétées dans lesquelles, par suite de conditions d'existence, le mycélium aurait presque complètement disparu. Les Endomycétées offrent des espèces pourvues de conjugaison, telles que l'*E. Magnusii* et l'*Eremascus fertilis*, et des espèces parthénogénétiques, telles que l'*E. decipiens*. L'*E. fibuliger* serait un terme de passage entre ces deux catégories, une forme parthénogénétique, dont les asques conserveraient une tendance à s'anastomoser.

BOTANIQUE. — *Production d'une variété nouvelle d'Épinards* Spinacia oleracea, *var.* polygama. Note de M. **Blaringhem**, présentée par M. Gaston Bonnier [1].

Moquin Tandon [2] et Masters [3] ont signalé la présence accidentelle de fleurs hermaphrodites sur des plantes femelles de *Spinacia oleracea*, mais ils ne les ont pas décrites. J'ai provoqué l'apparition de cette anomalie en

(1) Travail subventionné par l'Académie des Sciences. Rapport de M. Darboux, Secrétaire perpétuel, sur le fonds Bonaparte (*Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 1433).

(2) *Bull. Soc. Bot. de France*, t. IV, 1857, p. 696.

(3) *Vegetable Teratology*, p. 197. London, 1869.

mutilant des pieds femelles de *Spinacia oleracea*, var. *inermis* (1), et j'ai obtenu des lignées héréditaires renfermant des individus hermaphrodites. Pour caractériser le polymorphisme floral de la variété nouvelle, je la désigne sous le nom de *Spinacia oleracea*, var. *polygama*.

1° *Étude des grappes florales et des fleurs.* — *a*. Les individus *mâles*, précoces, portent sur des axes floraux grêles et allongés des glomérules de fleurs régulièrement espacés; les fleurs mâles offrent 4-5 sépales libres sur les $\frac{3}{4}$ de leur longueur, recouvrant 4-5 étamines. Une déviation fréquente dans la variété *polygama* consiste en la fascie des pédoncules floraux qui sont étalés, aplatis, enroulés en crosse ou dissociés; les fleurs mâles sont enchâssées sans ordre dans les tissus charnus des pédoncules.

Les plantes hermaphrodites femelles sont toujours tardives et vigoureuses.

b. Les individus *monoïques* présentent sur les mêmes rameaux des fleurs mâles et des fleurs femelles; ils ont les caractères extérieurs des plantes femelles, mais leurs axes floraux sont plus allongés et rappellent ceux des plantes mâles.

c. Les individus *hermaphrodites* les plus précoces offrent une grande analogie avec les individus mâles; ils portent un grand nombre de fleurs mâles, quelques fleurs femelles et des *fleurs hermaphrodites du type mâle:* celles-ci sont formées de 4-5 sépales membraneux et libres, recouvrant 4-5 étamines au centre desquelles on trouve un ovaire à 2-3 stigmates; l'ovaire avorte souvent; sinon, la graine pédonculée grossit et détermine la rupture des parois de l'ovaire non protégé par les sépales: à maturité, *la graine brune est visible, nue*, entre les lobes des sépales desséchés.

d. Au contraire, les *fleurs hermaphrodites du type femelle* ont l'aspect extérieur des fleurs femelles; leur périgone tubuleux ressemble à une petite fiole dont l'ouverture étroite, à 2-4 lobes, livre passage successivement aux étamines, puis aux stigmates; après la fécondation, la graine remplit l'ovaire dont les parois appliquées contre le périgone ligneux ne se déchirent pas malgré leur faible épaisseur.

e. Les individus strictement *femelles* sont nombreux. Ils présentent souvent des feuilles et des bractées florales à deux pointes ou cupulées, dont la distribution et la transmission héréditaire suivent des lois analogues à celles du Maïs à feuilles tubulées (2). C'est pour étudier ces caractères que cette variété anormale fut soumise à des cultures pédigrées.

En résumé, la variété *polygama* renferme des individus mâles, des individus femelles et des individus hermaphrodites de trois types.

2° *Origine et transmission héréditaire des caractères anormaux.* — Après la section, faite en avril 1906, des tiges non fleuries d'Épinards de Hollande, tous les pieds mâles moururent et quelques pieds femelles donnèrent des rejets fasciés porteurs de feuilles cupulées et de fleurs mâles ou femelles. Les graines d'un pied origine de la

(1) Différentes anomalies de ces plantes ont été décrites dans Blaringhem, *Mutation et traumatisme*, p. 101, 102, 109, 110 et 126, et *Pl. II, fig.* 28-29, Paris, 1907.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1545.

variété, récoltées en août, furent donc fécondées par du pollen de rejets hermaphrodites.

Semis de 1907. — Sur 314 plantules, j'ai observé 7 cas de tricotylie; après le sarclage, fait en même temps que le dénombrement des cotylédons, il est resté 103 plantes, dont 45 mâles (♂), 21 hermaphrodites (⚥) et 37 femelles (♀). Les mâles furent arrachées dès leur apparition; 9 plantes hermaphrodites et femelles tricotylées ou bicotylées, avec ou sans ascidies, furent conservées pour la continuation de la lignée. Elles furent donc fécondées aussi par du pollen de plantes hermaphrodites.

Semis de 1908. — La transmission héréditaire de la tricotylie et de l'hermaphroditisme est exprimée par les chiffres suivants :

Plantes-mères de 1907.	Avant sarclage.		Après sarclage.		
	3 cotyl.	2 cotyl.	♂.	⚥.	♀.
1. ⚥ tricotylée......	4	71	11	22	7
2. »	2	66	29	12	12
3. »	7	41	12	24	0
4. ⚥ bicotylée......	0	58	21	9	13
5. »	2	51	9	18	10
6. »	3	107	44	12	32
7. ♀ tricotylée.....	2	83	37	15	17
8. ♀ bicotylée......	0	62	21	10	14
9. »	3	84	36	4	27

De ces données il résulte que la tricotylie n'est pas régulièrement transmise aux descendants. Pourtant la lignée 3 a un pourcentage très élevé si on le compare aux résultats obtenus par Hugo de Vries pour la même plante [1].

Au contraire, la présence, dans toutes les lignées, d'individus hermaphrodites, constitue un caractère propre à cette famille qui mérite pour cette raison le nom de variété *polygama*.

Ces faits peuvent être rapprochés des résultats obtenus avec le Maïs [2]. Dans des expériences récentes sur le *Papaver involucrata* et sur diverses races de *Nicotiana Tabacum*, j'ai obtenu des déviations florales qui confirment les conclusions énoncées dans des Mémoires antérieurs sur le rôle des traumatismes dans la production artificielle de variétés nouvelles. La généralité de l'action des traumatismes sur la variation et l'hérédité des végétaux semble donc se confirmer.

---

(1) H. de Vries, *Die Mutationstheorie*, Leipzig, vol. II, 1903, p. 246.

(2) *Zea Mays* var. *pseudo-androgyna* (*Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 1242).

HISTOLOGIE. — *Sur la structure de la rétine ciliaire.* Note de **M. J. Mawas**, présentée par M. Henneguy.

1° On sait que la rétine ciliaire est la partie antérieure de la vésicule oculaire secondaire, non différenciée en vue du phénomène de la vision. Elle recouvre le corps ciliaire du côté de la chambre postérieure. Elle est composée de deux assises épithéliales : l'externe pigmentée, l'interne claire. Cette dernière est considérée, dans les descriptions classiques, comme présentant une constitution très simple. Elle serait formée de cellules épithéliales claires, qui, cylindriques à l'*ora serrata*, deviendraient plus ou moins cubiques, sur les parties latérales et les crêtes des procès ciliaires. Ce serait là de simples cellules de revêtement. Schwalbe (1874) et après lui plusieurs auteurs ont signalé la ressemblance qui existe entre ces cellules et les cellules glandulaires; aucune étude cytologique pourtant n'en a été faite, et nous ne possédons à l'heure actuelle aucune donnée nous permettant d'affirmer le rôle sécrétoire de cet épithélium. Bien plus, Henderson et Lane-Claypon (1907) nous enseignent qu'il n'existe aucune formation figurée dans les cellules de la rétine ciliaire, pas plus qu'une modification quelconque de la chromatine nucléaire, capables de nous faire conclure en faveur de l'activité glandulaire de cet épithélium.

Or, de plus en plus, et les recherches récentes des ophtalmologistes le montrent, on tend à considérer l'humeur aqueuse comme un liquide différent d'un simple transsudat issu des vaisseaux. L'étude cytologique de la rétine ciliaire s'imposait donc pour savoir si celle-ci prend, ou non, une part active dans la production ou l'élaboration de l'humeur aqueuse. Le but de cette Note est d'exposer, telle que nous l'avons étudiée chez un grand nombre de Mammifères et chez l'Homme, la structure des cellules claires de la *pars ciliaris retinæ*.

2° Examinées à l'état vivant dans un sérum isotonique, les cellules apparaissent bourrées de petits grains, très réfringents, ressemblant en tous points à ceux qu'on trouve dans les cellules glandulaires.

Ces grains sont très nombreux : ils cachent généralement le noyau, dont on distingue cependant parfois le gros nucléole très brillant. L'addition d'une faible quantité de rouge neutre ou de bleu de méthylène Bx ne les colore pas, pas plus qu'elle ne révèle la présence de vacuoles. Insolubles

dans l'eau, du moins immédiatement, les grains sont, au contraire, solubles dans l'alcool et la plupart des liquides fixateurs contenant de l'acide acétique. Ils se colorent en jaune clair par l'iode.

Convenablement fixées, les cellules se présentent, sur coupes, comme des éléments plus ou moins cubiques. Leur protoplasma prend une teinte enfumée de lavis d'encre de Chine, lorsqu'on fait agir sur lui les vapeurs d'acide osmique. Ce réactif, de même que les autres fixateurs ou colorants, permet de reconnaître dans le cytoplasma deux zones distinctes : l'une est périphérique, foncée, que nous appellerons l'*exoplasma*, et qui présente son plus grand développement au sommet de la cellule, parfois renflé en dôme et recouvert d'un mince plateau cuticulaire; l'autre est centrale, claire, entourant le noyau, et nous l'appellerons l'*endoplasma*. Cet endoplasma est dans les diverses cellules plus ou moins étendu, ce qui contribue à modifier beaucoup l'aspect général de l'élément et ferait croire de prime abord à l'existence de deux espèces cellulaires. Aussi bien dans l'exoplasma que dans l'endoplasma, l'hématoxyline au fer met en évidence et colore en noir des grains bien définis plus nombreux dans l'exoplasma et surtout à sa partie apicale, comme s'il s'agissait ici de produits de sécrétion accumulés. Toutes les cellules ne contiennent pas une même quantité de grains; il existe à ce point de vue des différences sensibles de cellule à cellule. De plus on peut rencontrer (et cela sans aucun ordre apparent) des vacuoles vides et incolores, de différentes grosseurs, dans le cytoplasma. Chaque cellule possède un gros noyau situé généralement dans le tiers inférieur (externe), rarement au centre ou dans le tiers supérieur (interne). Ce noyau possède un gros nucléole et un dispositif filaire extrêmement délicat, formé de fils ténus de linine, sur lesquels sont disposés des grains de chromatine peu abondants. Son caryoplasma est, par moments, extrêmement chromophile. Les noyaux se colorent différemment par les réactifs et montrent très nettement le phénomène de la variation de chromaticité nucléaire. Il y a donc là variation et de la quantité et de la qualité des composants chimiques du noyau dans les cellules d'un même épithélium.

Nous avons étudié ailleurs les rapports de ces cellules avec les fibres zonulaires, nous n'y reviendrons donc pas ici.

3° En résumé, l'épithélium clair qui recouvre le corps ciliaire des Mammifères est composé de cellules dans le protoplasma desquelles existent de fines granulations visibles à l'état vivant et qui se colorent en noir par l'hématoxyline ferrique; ces grains ressemblent aux grains qu'on trouve dans certaines cellules glandulaires. Les variations dans la forme de ces cellules, la quantité des grains, la chromaticité des noyaux, qui sont de règle dans les cellules douées de l'activité sécrétoire, se montrent ici très nettement. L'ensemble de ces caractères nous permet donc d'affirmer que ces cellules jouent certainement un rôle dans l'élaboration de l'humeur aqueuse.

BIOLOGIE. — *Sur un Acraspède sans méduse :* Tæniolhydra Roscoffensis. Note de M. **Edgard Hérouard**, présentée par M. Yves Delage.

J'ai signalé à l'Académie, en 1907, la présence dans l'aquarium de Roscoff d'un Scyphistome d'origine inconnue formant des kystes sous son disque pédieux. En ouvrant ces kystes et en mettant en contact avec l'eau ambiante le corps protoplasmique qu'ils contenaient, j'avais déterminé expérimentalement la formation par ce corps protoplasmique d'un petit individu polypoïde, et je fis remarquer alors que nos connaissances sur le cycle évolutif des Scyphistomes nous incitait à considérer ces kystes comme des statoblastes.

Depuis cette époque je me suis imposé un voyage mensuel de Paris à Roscoff, afin de suivre l'évolution de ces polypes, et j'ai pu faire les constatations suivantes :

Le 26 août 1907, je pris un groupe de cinq kystes accolés l'un à l'autre en zigzag sur leur lame chitinéuse et provenant d'un même polype. Ces kystes étaient d'âges successifs : le premier étant plus âgé que le deuxième, le deuxième plus âgé que le troisième et ainsi de suite, le cinquième étant le plus jeune. J'ouvris la paroi du n° 2 et du n° 5, laissant les trois autres intacts comme témoins, et, afin de les placer dans les meilleures conditions d'existence, je les remis dans leur milieu normal en eau courante. Malgré leur petite dimension, ces kystes n'ayant que 3 à 4 dixièmes de millimètre de diamètre et le corps protoplasmique 1 à 2 dixièmes environ, je parvins à suivre néanmoins leur évolution.

Le 10 septembre, le n° 5, c'est-à-dire le plus jeune, avait formé un individu à deux tentacules diamétralement opposés rappelant la planula des narcoméduses indiquée par Metschnikov, et le n° 2 un individu à quatre tentacules sensiblement égaux.

Le 12 septembre, le n° 5 montrait un rudiment de deux nouveaux tentacules placés suivant un diamètre perpendiculaire à celui des deux premiers et le n° 2 quatre rudiments tentaculaires situés respectivement dans les intervalles des quatre tentacules préexistants.

Le 16 septembre, le n° 5 avait ses quatre tentacules égaux et le n° 2 présentait ses tentacules de deuxième ordre encore plus petits que ceux de premier ordre; mais la bouche était percée et l'on reconnaissait l'ébauche des quatre saccules sous-ombrellaires.

A partir de cette époque ces deux individus cessèrent de s'accroître et subirent une régression continue : les tentacules se ratatinèrent à l'état de moignon, les corps diminuèrent progressivement de volume, et au mois de mai la régression était complète.

En ce qui concerne les polypes arrivés à leur complet développement et ayant une, deux et trois années d'existence, la surveillance à laquelle je les ai soumis pendant une année entière ne m'a permis de constater chez aucun

d'eux la formation d'Éphyra. Il faut donc admettre que ces polypes à forme de Scyphistome n'éphyrulent pas.

Je me suis aussi attaché à déterminer l'époque de formation des kystes et j'ai constaté que pendant les mois d'hiver les polypes ne présentent aucune activité. La formation des kystes commence au mois de mai et se termine en septembre, époque à laquelle les polypes entrent dans la période de repos. Pendant cette période, la formation des bourgeons nus est elle-même complètement suspendue.

L'étude de la formation des kystes m'a montré que leur masse protoplasmique se forme aux dépens de cellules intramésogléennes qui viennent s'accumuler dans la mésoglée, en un point qui deviendra le disque pédieux quand le polype se déplacera.

Ces kystes sont, par leur origine et par leur structure, des formations tout à fait semblables à celles que Korotneff et Brauer ont fait connaître comme étant des œufs chez l'Hydre d'eau douce.

Cette similitude, jointe à l'absence d'Éphyra, nous amène à conclure que ces kystes sont des œufs et que nous sommes en présence d'une forme nouvelle à développement cænogénétique que j'appellerai *Tæniolhydra Roscoffensis*.

Il est à remarquer, que les kystes mis en expérience développent un polype d'autant plus rudimentaire qu'ils sont plus jeunes.

Il est donc probable que le contenu du kyste est soumis à une période de maturation d'une assez longue durée, car la formation d'un kyste demande une quinzaine de jours, et le n° 2 de l'expérience, qui était, par suite, d'environ deux mois plus âgé que le n° 5, n'était cependant pas parvenu à sa maturité complète. Je n'ai pu jusqu'ici surprendre la larve au moment de sa sortie normale du kyste; mais, en isolant un certain nombre d'entre eux, j'ai pu constater la présence de petits polypes fixés dans leur voisinage et qui ne provenaient certainement pas d'un bourgeonnement nu. Leur forme différait sensiblement de celle des polypes des bourgeons nus : leur tige était grêle, allongée, cylindrique, et leur disque buccal était étalé en forme de champignon.

L'existence de cette forme nouvelle présente un grand intérêt en ce qui concerne les rapports existant entre les Scyphozoaires et les Hydrozoaires : car, nettement Scyphozoaire par la présence des tænioles, *Tæniolhydra Roscoffensis* est étroitement uni aux Hydrozoaires par son mode d'évolution et peut-être sera t-il possible avec lui de démontrer expérimentalement que les Hydres sont des Scyphozoaires qui se sont adaptés à la vie en eau douce.

BIOLOGIE. — *L'apparition rythmique et les stades de passage de l'inversion expérimentale du chlorotropisme des Pagures.* Note de M. **Romuald Minkiewicz**, présentée par M. Yves Delage.

1. Laissons vivre un Pagure normal et chlorotrope (¹) dans une cuvette carrée bicolore de 1^l à 2^l, sans en changer l'eau. Essayons de temps en temps son chromotropisme en le mettant sur la ligne qui délimite les deux couleurs. Quelques jours après, nous verrons l'animal, intoxiqué peu à peu par les produits de ses excrétions, changer le sens de son chromotropisme et devenir nettement *érythrotrope* (et négatif vis-à-vis des écrans blancs).

L'échelle des valeurs tropiques des différentes teintes reste la même, mais change de direction et décroît maintenant vers le vert et le blanc, dont l'action négative est la plus forte, selon la formule :

(1) (+) noir < rouge < jaune < bleu < violet < vert < blanc (—)

Ainsi, par exemple, sur le fond vert-violet, les Pagures invertis se dirigent vers le violet, bien qu'ils soient *négativement phototropes* et *érythrotropes*, ce qui confirme une fois de plus l'autonomie relative des actions tropiques des diverses radiations lumineuses.

Voici une expérience de contrôle qui prouve que c'est une intoxication et non pas l'asphyxie qui détermine ici l'inversion du tropisme. On met un animal tout frais dans le liquide qui avait déjà servi aux expériences sur l'inversion d'autres Pagures et dont l'action invertrice est connue. Après un moment de surexcitation d'origine toxique, l'animal devient dans un quart d'heure nettement érythrotrope. Du reste, ce n'est qu'une inversion passagère, qui disparaît bientôt, pour s'établir de nouveau quelques heures après.

2. L'inversion du chlorotropisme des Pagures se manifeste comme dans mes expériences sur l'inversion du chromotropisme des Némertes et dans celles sur les changements de couleur de *Hyppolyte varians*, où le phénomène ne se produit pas d'emblée. Nous y trouvons *des stades de passage* non moins intéressants que les stades analogues, observés précédemment chez les *Lineus*. Seulement, dans le cas considéré, ces stades sont de beaucoup plus complexes, au moins en apparence, à cause des complications de la formule de l'échelle tropique des couleurs.

(¹) Voir ma Note précédente : *Sur le chlorotropisme normal des Pagures.*

En voici deux que j'ai observés plusieurs fois :

Premier stade. — Sur le fond rouge — bleu (violet) ou rouge-vert, l'animal est encore normal, c'est-à-dire négatif au rouge; mais, sur le fond vert-bleu, il se dirige déjà et d'une façon constante vers le bleu; ainsi la formule chromotropique devient

(2) (—) rouge → vert → bleu (+),

qui est bien celle du spectre solaire.

Deuxième stade. — Ensuite, les changements vont plus loin, gagnant peu à peu toute l'étendue de l'échelle des couleurs et l'on observe alors une nouvelle formule tropique

(3) (—) *vert* → ROUGE → *bleu* (+).

Le bleu a conservé encore sa place relative, mais *la valeur tropique du rouge est devenue plus grande que celle du vert et plus petite par rapport au bleu.* Voilà ce qui est extrêmement intéressant.

Ce n'est qu'ensuite seulement que l'inversion s'établit complètement, selon la formule (1), ou relativement aux trois couleurs en question

(—) vert → bleu → rouge (+).

3. L'inversion chromotropique ne s'établit pas définitivement dès le moment de son apparition. Après une durée de quelques heures, elle commence à disparaître par étapes rétrogrades, analogues à celles que nous venons de formuler, et l'animal peu à peu devient normal = chlorotrope.

Mais, quelques heures après, l'inversion réapparaît, se développe successivement, atteint son point culminant [formule (1)] pour disparaître de nouveau.

L'apparition rythmique d'une fonction arythmique et surtout d'un changement provoqué expérimentalement, comme c'est le cas des Pagures, est *un fait du plus haut intérêt biologique.*

Il est à rechercher si l'intoxication se développe aussi d'une façon intermittente ou si c'est la fonction tropique qui, seule, manifeste ce rythme. Je n'en sais rien. Mais, ce qui est évident, surtout si l'on compare ces faits avec ceux de C. Ishikawa [1] sur l'apparition rythmique de la segmentation de l'œuf chez *Atyephyra compressa*, Crustacé macroure des eaux douces, et avec des faits analogues de W.-K. Brooks (*Physa*, *Limnaeus*, *Planorbis*, etc.), c'est qu'il y a dans la constitution physiologique de l'organisme un point

---

[1] *Arch. f. Entwickelungs-mechanik*, t. XV, 1903, p. 535-542.

d'inertie fonctionnelle réfractaire à tout changement et qui, dans certains cas, ne peut pas être franchi d'emblée, déterminant nécessairement des fluctuations rythmiques de retour et de repos relatif, avant que le changement s'établisse d'une façon complète et définitive.

J'ai observé cette vacillation chromotropique chez tous les Pagures intoxiqués que j'ai examinés à Villefranche-sur-Mer, en 1907, et je l'ai vue se manifester généralement pendant deux journées, après quoi l'inversion s'établissait définitivement et restait complète jusqu'au moment de la mort de l'animal.

BIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Études sur le cancer des Souris : Sur l'histo-physiologie de certaines cellules du stroma conjonctif de la tumeur* B. Note de MM. **L. Cuénot** et **L. Mercier**, présentée par M. Dastre.

Une greffe de tumeur B comprend deux choses :

1° Les cellules cancéreuses, filles des cellules inoculées, formant des tubes épithéliaux;

2° Un tissu conjonctif réactionnel (le *stroma*), emprunté à l'hôte, dans lequel pénètrent les lobes de la tumeur; on a décrit dans ce tissu des éléments variés : Mastzellen, polyblastes, etc. Le stroma est plus ou moins abondant suivant les cas; il est particulièrement développé quand la tumeur évolue lentement (Jensen). Bashford, Lœwenthal et Michaelis, Bashford-Murray et Haaland, Gierke, etc., ont suivi le développement du tissu réactionnel et ont mis en évidence l'excitation produite sur le tissu conjonctif par les cellules cancéreuses.

Nous avons repris l'étude du stroma et nous y avons trouvé des cellules singulières, qui paraissent avoir un rapport fonctionnel avec les cellules mêmes de la tumeur.

Si l'on fait à une Souris porteuse d'une greffe de tumeur B une injection physiologique d'une certaine quantité de carmin solide et stérilisée, on constate, sur les coupes, que de nombreuses cellules de l'enveloppe conjonctive de la tumeur ont pris du carmin soluble. Ce sont de grandes cellules rameuses dont les noyaux, quelquefois bosselés, renferment de nombreux grains chromatiques; leur cytoplasme apparaît criblé de vacuoles inégales teintes en rouge par le carmin soluble. On voit encore, dans beaucoup de ces cellules, des grains de carmin solide et des magmas brun jaunâtre, ce qui

autorise à leur attribuer la propriété phagocytaire. A certaines périodes du développement de la tumeur, de nombreuses cellules rameuses sont en mitose.

La fixation du carmin soluble est particulièrement nette en face des lobes de tumeur en voie de nécrose.

Plusieurs questions se posent : ces cellules sont-elles des éléments propres à l'organisme sain, ou sont-elles apparues à la suite de la greffe cancéreuse ? Nous avons mis en évidence, dans le tissu conjonctif sous-cutané de la Souris normale, des cellules morphologiquement comparables et qui prennent également le carmin soluble. Seulement, chez les Souris saines, adultes, ces cellules sont beaucoup plus rares et éparses. Il semble donc que la tumeur exerce une attraction sur ces éléments et les groupe.

Peut-on rapprocher ces éléments qui fixent le carmin soluble de types cellulaires déjà connus? Il est difficile, dans l'état actuel de nos connaissances, de répondre à cette question. Le fait que ces cellules sont phagocytaires et absorbent électivement le carmin dissous permet de les homologuer à des éléments que Cuénot et Bruntz ont appelés *néphrophagocytes*, et qui paraissent très répandus chez les Invertébrés et Vertébrés (par exemple, cœur et reins des Poissons osseux).

On a décrit, d'autre part, de nombreuses sortes de cellules dans le tissu conjonctif, tant normal que pathologique, des divers Vertébrés : Mastzellen, clasmatocytes, polyblastes, fibroblastes, cellules à Lithion-karmin de Ribbert, cellules connectives rhagiocrines, etc., et il est souvent difficile de s'entendre sur la correspondance et la synonymie de ces différents termes, étant donné qu'on étudie le conjonctif avec des méthodes différentes et sur des animaux différents. Renaut [1] a rassemblé, sous le nom de *cellules connectives rhagiocrines*, des éléments dont le cytoplasme renferme de petits grains logés dans des vacuoles dont le liquide se teint intensément, sur le frais, par le rouge neutre (par exemple : tissu conjonctif lâche, tissu conjonctif diffus en voie de développement, cellules des tendons de la queue du Rat jeune-adulte, épiploon, etc.).

Les cellules à carmin soluble du stroma des tumeurs rentrent dans cette catégorie des cellules rhagiocrines de Renaut. En effet, après action du rouge neutre sur un lambeau d'enveloppe d'une tumeur, on voit que celle-ci est presque uniquement constituée par de grandes cellules rameuses

---

[1] RENAUT, *Les cellules connectives rhagiocrines* (*Archives d'Anatomie microscopique*, t. IX, 1906-1907, p. 495.)

dont le cytoplasme est criblé de vacuoles inégales, teintes en rouge, et renfermant chacune un grain incolore. Mais nous ne croyons pas que la propriété rhagiocrine implique une identité rigoureuse entre les cellules qui la présentent; c'est ainsi, par exemple, que nos cellules à carmin soluble se différencient des cellules connectives fixes du tendon de la queue (queue de Souris), qui sont rhagiocrines, par le fait que les premières prennent le carmin soluble en injection physiologique, tandis que les dernières ne l'absorbent pas.

Quant au rôle des cellules à carmin dans le complexe créé par l'organisme Souris et la tumeur, nous avons été amenés, par l'étude histophysiologique, à homologuer ces cellules à des néphrophagocytes, auxquels il est très vraisemblable, d'après les faits acquis en Anatomie comparée, d'attribuer, comme l'indique leur nom, une fonction d'excrétion à la fois pour les produits solubles et pour les particules solides.

L'observation suivante vient corroborer cette manière de voir. Une Souris blanche, porteuse d'une tumeur bien développée provenant de l'Institut Pasteur (service de M. Borrel), reçoit, le 1er avril, une injection physiologique de carmin en poudre stérilisée. Une seconde injection est faite le 8 avril. Les jours suivants, la tumeur entre manifestement en régression; le 23 avril, elle est réduite aux deux tiers de son volume primitif. A cette date, l'animal est sacrifié. L'examen des coupes montre que la tumeur est en nécrose complète; on ne trouve plus que quelques îlots de tubes épithéliaux. Les foyers nécrotiques sont entourés d'un stroma conjonctif considérablement hypertrophié, présentant de véritables plages de cellules à carmin soluble. Beaucoup de ces cellules renferment, en outre, des grains de carmin solide, des enclaves chromatiques et des placards brun jaunâtre. Tout se passe donc comme si la nécrose produisait une hypertrophie fonctionnelle des cellules capables d'éliminer des produits de dégénérescence.

En résumé, le stroma conjonctif des greffes de tumeur B renferme de nombreuses cellules qui ont la double propriété d'absorber des substances colorantes solides et des particules solides injectées à la Souris; de plus, elles présentent la propriété (commune à beaucoup d'autres éléments conjonctifs) de renfermer des vacuoles à grain central, colorables sur le frais par le rouge neutre. Il y a quelques raisons de regarder ces cellules comme des éléments excréteurs, analogues aux néphrophagocytes connus chez divers Invertébrés et Vertébrés. Il semble que l'organisme Souris porte-greffe envoie autour des lobes nécrotiques de tumeur des néphrophagocytes migrateurs qui jouent un rôle utile en absorbant les produits résultant de la nécrose des cellules cancéreuses.

MÉDECINE. — *Sur le traitement des tumeurs profondes par un procédé permettant de faire agir la matière radiante dans l'intimité des tissus sans altérer les téguments.* Note (¹) de M. E. DE BOURGADE LA DARDYE, présentée par M. Bouchard.

L'action destructive de la matière radiante sur les tissus a été utilisée avec succès dans ces dernières années pour modifier certaines formations pathologiques. Mais, si les résultats ont été favorables tant qu'il s'est agi de traiter les tumeurs superficielles, on n'a eu le plus souvent que des échecs à enregistrer lorsqu'on s'est attaqué à des tumeurs profondes. La peau et les couches sous-jacentes retiennent, en effet, au passage la majeure partie des effluves curateurs en les empêchant d'arriver jusqu'au mal.

Je suis parvenu à tourner l'obstacle opposé ainsi aux radiations par les téguments, en utilisant les propriétés de certaines substances qui, sous l'action à distance de forces telles que les rayons X, et malgré l'interposition d'autres tissus faisant écran, peuvent émettre à leur tour des radiations actives. Je veux parler des corps phosphorescents.

Certes, la majorité des auteurs s'efforce d'établir *a priori* une distinction absolue entre les substances phosphorescentes et les substances radioactives. Il est même habituel de considérer la phosphorescence et la radioactivité comme deux propriétés de la matière d'un ordre fort différent, sous le prétexte que l'une est perceptible à la rétine, tandis que l'autre ne l'est pas.

En réalité les deux phénomènes me semblent être d'une nature analogue; car, si les corps phosphorescents donnent naissance à des rayons lumineux, ils ne les produisent, suivant toute vraisemblance, qu'à la suite de dissociations atomiques ou de transformations d'énergies extérieures dont le résultat final est l'émission de radiations invisibles sous forme d'*ions* et d'*électrons*.

Toutes les tendances scientifiques actuelles nous autorisent à admettre cette interprétation. Du reste, de Heen comme Lénard sont arrivés, chacun de son côté, à reconnaître que les forces qui provoquent la fluorescence la déterminent en libérant dans les corps des ions négatifs oscillant autour de l'atome. Il semble bien du reste que cette fluorescence soit un des modes perceptibles de la transformation de l'atome en énergie, tout comme l'émanation du radium ou du thorium.

(¹) Présentée dans la séance du 30 novembre 1908.

Parmi les substances phosphorescentes, les unes s'illuminent seulement lorsqu'elles sont sous l'influence de la source activante, rayons X ou autres; les autres, au contraire, conservent pendant un temps plus ou moins long, une fois la source tarie, le pouvoir fluorescent.

Ces dernières m'ont semblé répondre tout spécialement à l'objet de mes recherches, et je pensai qu'en les introduisant dans les tumeurs on arriverait à former dans l'intimité de celles-ci un *centre actif* qui, sous l'influence d'une *rapide insolation extérieure* par les rayons de Rœntgen, deviendrait un foyer de radiations capables de détruire les néoplasmes. La brièveté de l'insolation utile éviterait l'action nocive des rayons X sur la peau et l'obstacle des téguments serait tourné.

Pour créer un centre permanent d'activité interne, il était indispensable d'avoir recours à une substance qui fût insoluble pour que, une fois déposée dans les tissus, elle ne pût être entraînée dans la circulation générale, et qui fût en même temps douée d'une phosphorescence longue, mais à temps limité, afin qu'une fois son action produite elle ne continuât plus à agir au delà des limites voulues par la thérapeutique.

M. Marton avait déjà tenté d'introduire dans les tumeurs du bichlorhydrate de quinine dont il activait la toxicité suivant les données de Tappeiner par l'insolation. Mais il n'obtint que des résultats peu satisfaisants justement en raison de la solubilité du sel de quinine et du peu de durée de sa fluorescence. Le bichlorhydrate était entraîné loin du lieu où il devait agir et sa toxicité risquait d'avoir des conséquences imprévues.

J'ai pensé qu'en raison de ses qualités d'*insolubilité* et de phosphorescence *à longue durée*, le sulfure de zinc répondrait aux conditions du problème.

Il avait en outre l'avantage de posséder, en commun avec tous les sels de zinc, les propriétés caustiques électives pour les tumeurs tuberculeuses mises en lumière par M. le Professeur Lannelongue; ou, pour mieux dire et pour me conformer aux conceptions de la Physique actuelle, il possédait la propriété de libérer des *ions zinc* qui ont mieux que tous les autres ions métalliques la puissance réductrice.

Je résolus donc d'injecter dans les néoplasmes à détruire un liquide tenant en suspension du sulfure de zinc et, une fois ce corps injecté, de faire agir sur la région traitée des faisceaux de rayons X pendant quelques instants seulement.

Mes prévisions ont été confirmées et j'ai eu la satisfaction de détruire par ce moyen plusieurs tumeurs rebelles à toute autre médication.

Je me bornerai à citer ici les deux observations suivantes :

La première a trait à un lupus nasal considérable dans lequel la muqueuse était prise jusqu'au-dessus des cornets. De nombreux traitements avaient été tentés sans succès à Saint-Louis et ailleurs. Après avoir injecté le sulfure de zinc dans les narines et avoir fait agir l'ampoule de Crookes durant 10 mi-

nutes sur le nez, je maintins le sel activé en contact avec la muqueuse pendant 12 heures environ. L'effet fut excellent. Après la quatrième douche les végétations internes avaient complètement disparu. Il y a actuellement 1 mois que le malade, en parfait état, a repris son travail.

Le second cas est celui d'un jeune homme atteint d'une double tuberculose testiculaire, qui refusait de se laisser pratiquer la castration. Le 15 septembre 1908, j'injectai dans la tumeur du sulfure de zinc par les trajets fistuleux. Je fis ensuite, à 2 jours d'intervalle, des applications de rayons X de 5 minutes chacune. Le 24 octobre, l'amélioration était telle, que le malade reprenait son travail.

Tels sont les principaux faits qui me permettent de conclure qu'on peut faire agir la matière radiante dans les tissus sans léser les téguments, et par conséquent d'y atteindre les formations pathologiques. Pour le moment, le sulfure de zinc me semble être le corps le mieux approprié à cet usage.

MÉDECINE. — *Sur le traitement de l'hypertension artérielle par la d'Arsonvalisation.* Note de M. G. **Lemoine**, présentée par M. d'Arsonval.

Les récentes discussions qui ont eu lieu à propos du traitement de l'hypertension artérielle par la d'Arsonvalisation préconisé par M. Moutier m'ont suggéré l'idée d'essayer cette méthode sur quelques malades et de la juger par ses résultats cliniques. Mes expériences sont toutes récentes : elles ne remontent pas à plus de 8 mois; mais elles m'ont paru présenter un tel intérêt, par suite de la concordance des résultats, que je désire attirer dès maintenant sur elle l'attention de ceux que la question intéresse. Mes observations sont au nombre de 5; l'une est mon observation personnelle, les quatre autres sont celles de malades artérioscléreux de ma clientèle.

Pour tous ces malades le traitement a été le même; ils étaient placés dans un champ magnétique oscillant, défini, comme l'a proposé M. Doumer, par le nombre de gauss qui passent pendant une seconde dans 1^{cm^2} de section droite du solénoïde. Les champs magnétiques employés ont varié entre 240000 et 250000 gauss. Chaque application a duré 6 minutes et les séances avaient lieu au plus trois fois par semaine. La tension artérielle a toujours été mesurée avant et après chaque séance, et ces mesures ont été prises pour chaque malade sensiblement aux mêmes heures, ce qui écarte toute cause d'erreur due à la proximité des repas.

Observation I. — M. O..., 62 ans, artérioscléreux, se présente à moi, le 18 dé-

cembre 1907; il se plaint de vertiges fréquents qui l'arrêtent dans la marche et ont failli provoquer des chutes, de battements dans la tête et de battements épigastriques, d'angoisses précordiales; la respiration est courte; cependant le poumon est sain. Les bruits du cœur sont bien frappés, martelés, la tension sanguine est de 25 P., les artères sont dures; les urines sont normales (polyurie nocturne). Ne constatant pas d'autre cause à ces malaises que la tension exagérée de sa circulation, je lui prescris un régime sévère et une médication hypotensive. Ce traitement est suivi durant un mois et n'amène aucune amélioration. Le traitement par la d'Arsonvalisation est alors commencé : le 17 janvier, avant la première séance, la tension est de 26 P.; le 24, avant la deuxième séance, elle n'est plus que de 21 P.; 3 séances sont faites à 2 jours d'intervalle, les 27, 29, 31 janvier. La tension est respectivement avant chacune de ces séances de 18, de 17 et de 16 P. On reste 10 jours sans faire de nouvelle séance et, le 10 février, on constate la même tension de 16. Tous les malaises dont se plaignait M. O... ont complètement disparu dès les premières séances. Comme il devait venir me revoir s'il avait recommencé à souffrir et que sa visite n'a pas eu lieu, j'en conclus que la guérison constatée s'est maintenue.

Observation II. — M. D..., 40 ans, grand commerçant surmené par ses affaires, se plaint de maux de tête persistants, d'oppressions pendant la marche, de troubles gastriques. Il aime la table et le vin et en a un peu abusé. J'attribue une partie de ses malaises à l'exagération de sa tension artérielle qui est de 23; il présente des phénomènes de présclérose. Il commence la d'Arsonvalisation le 22 février. A la deuxième séance, le 24, la tension est déjà tombée à 19. Les séances ont lieu assez irrégulièrement, et la tension prise avant chaque séance est de 17 le 28 février, 15 le 4 mars, 15,5 les 6 et 9 mars, 16 le 12 mars, 15 le 18 mars, 16 le 25 mars. Le traitement est cessé à ce moment; M. D... se trouve débarrassé de ses malaises.

Observation III. — C'est celle d'un médecin du Pas-de-Calais, le docteur D.... Très occupé et très actif, il ressent depuis plusieurs mois par intermittences de la gêne précordiale et des symptômes quasi angineux. Il sent son cœur et ses artères battre avec force; il éprouve des oppressions fréquentes. Pas de lésions cardiaques; le foie et les reins sont sains. Sa tension artérielle, prise avant la première séance de d'Arsonvalisation, est de 23 le 20 février. Elle tombe à 18 le 22, puis à 15 le 26. Le 27 et le 29 on la trouve un peu remontée à 17,5. Mais le 2 mars elle retombe à 16 et reste immuable à ce niveau avant les séances du 11 et du 16 mars. A ce moment, tous les symptômes qui avaient commandé le traitement ayant cessé, le docteur D... ne vient plus faire de séances de haute fréquence.

Observation IV. — M. Del..., 59 ans; depuis plus de 1 an il souffre de troubles circulatoires et présente une hypertension toujours très forte. Non seulement il éprouve des vertiges qui vont même jusqu'à troubler sa stabilité, mais encore il est sujet de temps à autre à des crises avec perte de connaissance, troubles de la parole, troubles hémiplégiques, parétiques et convulsifs qui, après examen complet du malade, ne peuvent reconnaître d'autre origine que des troubles vasculaires cérébraux. Les artères sont un peu dures, le foie est gros, pas d'albuminurie, pas de troubles digestifs. Les douleurs de tête sont persistantes et très fortes. Le sommeil est lourd et entrecoupé de rêves. A plusieurs reprises, les symptômes liés aux phénomènes congestifs cérébraux avaient été si intenses, qu'on avait dû pratiquer des émissions sanguines locales.

Dans les intervalles, malgré un régime très sévère et l'abstinence complète de vin et de tout stimulant, la tension artérielle momentanément abaissée remontait rapidement à un chiffre élevé. Le malade se décide enfin à faire le traitement préconisé par M. Moutier. Le 19 février, sa tension est de 31; elle n'est plus que de 24 le surlendemain; puis de 18 le 24 février; elle oscille entre 18 et 16 du 26 février au 4 mars, puis elle se fixe à 16 pendant les cinq séances qui ont lieu jusqu'au 20. A ce moment, M. Del... est complètement transformé. Ses vertiges, ses menaces d'ictus, ses troubles de la langue ont disparu; de terreuse, la coloration de son visage est devenue rose et fraîche; il ne sent plus battre ses vaisseaux; selon son expression, il lui « semble qu'il a rajeuni ».

Observation V. — C'est mon observation personnelle. Le 4 janvier, à la suite de nombreux voyages professionnels dans une période de grands froids secs, je ressentis de façon presque continue de la lourdeur de tête. Des battements du cœur et des artères, perceptibles surtout sur l'oreiller, une sensation de plénitude et de tension céphalique me firent craindre des accidents congestifs. Depuis longtemps je prenais parfois ma tension artérielle, qui oscillait toujours entre 14 et 16. A ce moment, je la trouvai de 23. Je fis aussitôt le traitement par la haute fréquence. Avant la deuxième séance, elle n'était plus que de 16. Il me suffit de trois séances de traitement en tout pour qu'elle se maintînt à ce chiffre. Tous les troubles que je ressentais disparurent comme par enchantement, et depuis lors, c'est-à-dire depuis 9 mois, ma tension artérielle est toujours restée autour de 15. Le bénéfice acquis par trois séances de traitement s'est maintenu de façon parfaite.

Telles sont les cinq observations que j'ai recueillies. On m'objectera, sans doute, que les faits qu'elles relatent sont bien récents et qu'il eût mieux valu attendre quelques mois pour voir si les résultats obtenus se sont maintenus. C'est exact, mais, telles qu'elles sont, elles démontrent de façon très nette l'action presque immédiate de la d'arsonvalisation sur les symptômes engendrés par l'hypertension artérielle.

Dans un cas, le mien propre, le bon effet dure encore au bout de 9 mois. C'est un résultat qui est assez remarquable pour être noté et, alors même qu'il serait utile de faire de loin en loin quelques nouvelles séances, on serait encore en droit de conseiller un traitement qui me paraît infiniment plus profitable que tous les traitements d'ordre médicamenteux dirigés contre le même état pathologique.

RADIOGRAPHIE. — *Étude anatomo-radiographique des synoviales de l'articulation du coude et de l'articulation du genou chez une fillette de trois ans et demi.* Note de M. **Maxime Ménard**, présentée par M. Edmond Perrier.

Je me propose, dans la présente Communication, de démontrer que l'examen radiographique conduit avec méthode permet d'obtenir sur la

plaque sensible des détails anatomiques qui, jusqu'à ce jour, semblaient devoir passer inaperçus.

Mon excellent maître, M. le Dr Triboulet, médecin de l'hôpital Trousseau, envoyait dernièrement au laboratoire de radiologie la nommée M... Lucette, âgée de 3 ans et demi, et me priait d'examiner à l'aide des rayons de Röntgen les épaules, le coude et le genou droits de sa petite malade.

Je ne m'attarderai pas à démontrer pourquoi je me suis adressé à la radiographie plutôt qu'à la radioscopie.

1° *Examen des épaules.* — L'examen radiographique ne révèle aucune modification soit dans la forme, soit dans l'architecture des os qui concourent à la formation de l'articulation de l'épaule.

2° *Examen du coude droit.* — La radiographie n° 1 représente le coude dans la position dite *profil interne.*

L'interprétation de cette radiographie est la suivante :

Les os de l'avant-bras, cubitus et radius, sont sensiblement augmentés de volume dans les deux tiers supérieurs. Le pourtour de la grande capacité sigmoïde du cubitus présente des taches claires ou foncées, signes d'une modification de l'architecture de l'os. L'articulation proprement dite du coude ne semble pas *transparente.* Une ombre de forme spéciale, présentant des contours accusés et faciles à suivre, est nettement visible. Je me crois autorisé à dire que c'est la synoviale de l'articulation du coude qui se trouve ainsi figurée.

Cette synoviale est augmentée de volume, le cul-de-sac antérieur et le cul-de-sac sous-tricipital sont visibles. Le tendon du triceps semble plus écarté de l'humérus que normalement. Cette modification dans les rapports de ce tendon avec l'os du bras est vraisemblablement due à ce que la synoviale de l'articulation est distendue par un épanchement liquide non purulent. Je dis *non purulent,* car l'ombre figurée sur la radiographie ne permet pas une pareille interprétation.

La radiographie n° 2 est celle du même coude, la même technique que précédemment a été observée, le développement seul du cliché a varié.

Je retrouve à peu près les mêmes détails anatomiques que précédemment, sauf cependant en ce qui concerne l'ombre figurant la synoviale. Toutefois, entre le bec de l'olécrâne et l'extrémité inférieure de l'humérus, je remarque de petites taches sombres qui semblent relier ces deux os et suffisent peut-être à expliquer l'ankylose de l'articulation du coude.

3° *Examen du genou droit.* — Les mouvements d'extension et de flexion de la jambe sur la cuisse sont possibles, la seule modification apparente de l'articulation est son augmentation de volume par rapport au genou gauche. L'orientation *face et profil* est donc possible.

La radiographie n° 3 représente le genou droit vu par sa face postérieure.

Cette radiographie nous permet de distinguer une ombre dont les bords nettement accusés viennent se confondre avec certains points spéciaux du squelette. C'est cette dernière particularité qui me permet, je crois, d'affirmer que cette ombre est bien celle de la synoviale de l'articulation du genou.

La radiographie n° 4, exécutée dans une orientation un peu différente (condyle interne du fémur plus rapproché de la plaque que le condyle externe), nous permet seulement de voir la portion interne de la synoviale, tandis que la portion externe est à peine visible.

La radiographie n° 5 enfin est celle du même genou vu dans la position dite *profil interne*.

Sur cette radiographie encore on voit une ombre dont les bords nettement accusés vont se perdre sur le squelette en des points spéciaux correspondant à ceux où la synoviale prend normalement naissance.

La portion antérieure et supérieure, la portion condylienne de la synoviale sont visibles. Le tendon du quadriceps fémoral est écarté du fémur. Cette anomalie est due au liquide qui distend la synoviale. Le tendon rotulien est visible; immédiatement en arrière de lui existe une zone claire due au paquet cellulo-adipeux antérieur.

Les radiographies de la malade de M. le Dr Triboulet me semblent intéressantes à plusieurs titres et démontrent que :

1° *S'il paraît impossible d'obtenir en radiographie la projection d'une synoviale articulaire normale, il n'en est plus de même pour une articulation malade dont la synoviale est distendue seulement par du liquide non purulent.*

2° *L'examen radiographique nécessite l'application d'une méthode rigoureuse dont l'exactitude est due principalement aux connaissances anatomiques du röntgenologue.*

3° *Se laissant guider par l'anatomie pour le développement du cliché, l'opérateur peut espérer rendre visibles par la radiographie certaines parties de notre organisme considérées jusqu'à ce jour comme impossibles à radiographier.*

ANTHROPOLOGIE. — *L'Homme fossile de la Chapelle-aux Saints (Corrèze).* Note de M. **Marcellin Boule**, présentée par M. Edmond Perrier.

Il y a quelques semaines, MM. les abbés J. Bouyssonie, A. Bouyssonie et L. Bardon m'ont envoyé une caisse d'ossements humains trouvés par eux, le 3 août 1908, au cours de fouilles archéologiques, dans une grotte, près de La Chapelle-aux-Saints (Corrèze).

La compétence en archéologie préhistorique de mes correspondants est

reconnue par tous les spécialistes. Il résulte, de la coupe géologique qu'ils ont relevée, ainsi que de l'examen des ossements d'animaux et des silex taillés recueillis avec les ossements humains, que ceux-ci appartiennent au Pléistocène moyen (*Moustièrien* des archéologues). D'ailleurs, leur état de fossilisation et leurs caractères morphologiques suffiraient, en l'absence de toutes autres indications, à leur faire attribuer une très haute antiquité.

Ces ossements humains comprennent : une tête brisée en de très nombreux fragments (crâne et mandibule), quelques vertèbres et quelques os des membres. Ces derniers offrent un certain nombre de particularités que j'indiquerai dans un travail plus détaillé. Je me contenterai de dire aujourd'hui qu'ils dénotent un individu du sexe masculin, dont la taille atteignait à peine $1^{m},60$.

La reconstitution de la tête osseuse, travail long et minutieux, a été opérée sous ma direction, par mon habile préparateur, M. Papoint. Comme plusieurs de leurs fragments étaient volumineux et les bords de leurs cassures bien intacts, le rapprochement de ces morceaux a pu être fait exactement et, dans l'ensemble, la reconstitution est très satisfaisante; on peut s'en assurer en examinant le précieux fossile que j'ai l'honneur de placer sous les yeux de l'Académie.

L'état des sutures crâniennes et de la dentition prouve que cette tête est celle d'un vieillard. Elle frappe d'abord par ses dimensions très considérables, eu égard surtout à la faible taille de son ancien possesseur. Elle frappe ensuite par son aspect bestial, ou, pour mieux dire, par tout un ensemble de caractères simiens ou pithécoïdes.

Le crâne, de forme allongée (dolichocéphale; indice céphalique = 75) est remarquable, en effet, par l'épaisseur de ses os; l'aplatissement de la boîte cérébrale; la fuite du front; le développement énorme des arcades sourcilières, aussi saillantes que sur le fameux crâne de Néanderthal et surmontées d'une large gouttière s'étendant d'une apophyse orbitaire à l'autre; la forte projection de sa partie occipitale, très déprimée; la position reculée du trou occipital; la forme aplatie de ses condyles occipitaux; le faible volume de ses apophyses mastoïdes, etc.

La face n'est pas moins extraordinaire; elle présente un prognathisme facial très considérable; les orbites, saillantes, sont grandes; le nez, séparé du front par une profonde dépression, est court et très large. Le maxillaire supérieur, au lieu de se creuser, au-dessous des orbites, d'une *fosse canine*, comme chez toutes les races humaines actuelles, se projette en avant, tout d'une venue, pour former, dans le prolongement des os molaires, une sorte

de museau, sans aucune dépression. Les dents sont absentes, mais la voûte palatine est très longue; les bords latéraux de l'arcade alvéolaire sont presque parallèles, comme chez les singes anthropoïdes.

La mâchoire inférieure est remarquable par la grande largeur du condyle, la faible profondeur de l'échancrure sygmoïde, la forte épaisseur du corps de l'os, l'obliquité de la symphyse et l'absence de menton. Les apophyses géni sont bien développées.

Le crâne de La Chapelle-aux-Saints présente, en les exagérant parfois, tous les caractères des calottes crâniennes de Néanderthal et de Spy, de sorte que ces diverses pièces osseuses, trouvées sur des points de l'Europe occidentale fort éloignés les uns des autres, mais à des niveaux géologiques très voisins, appartiennent certainement à un même type morphologique. Notre mandibule offre aussi les traits des mandibules vraiment fossiles, de même âge, qu'on connaît aujourd'hui : La Naulette, Spy, Malarnaud, etc. Quand on n'avait que la calotte crânienne de Néanderthal, des savants tels que Virchow et Carl Vogt, en opposition d'ailleurs avec des hommes non moins éminents, tels que de Quatrefages et Hamy, ont pu déclarer que cette portion de crâne avait dû appartenir à un idiot ou à un malade. Plus tard, les heureuses trouvailles de Spy portèrent un grand coup à cette hypothèse, laquelle ne saurait résister, je crois, à la découverte que je signale aujourd'hui [1].

Celle-ci permet de formuler quelques conclusions importantes :

Le type humain, dit de Néanderthal, doit être considéré comme un type normal, caractéristique, pour une certaine partie de l'Europe, du Pléistocène moyen et non, comme on le dit parfois, du Pléistocène inférieur.

Ce type humain, fossile, diffère des types actuels et se place au-dessous d'eux, car, dans aucune race actuelle, on ne trouve réunis les caractères d'infériorité qu'on observe sur la tête osseuse de La Chapelle-aux-Saints. Peut-on en faire une espèce ou même un genre à part? Les squelettes de Néanderthal, de Spy, de La Chapelle-aux-Saints ne sauraient justifier une distinction générique. Quant à la question spécifique, elle n'aura un réel intérêt que le jour où l'on saura vraiment ce qu'il faut entendre par le mot *espèce*. Mais il faut bien dire que, s'il s'agissait d'un Singe, d'un Carnassier, d'un Ruminant, etc., on n'hésiterait pas à distinguer, par un nom spécifique

---

(1) J'ajouterai qu'un fouilleur suisse, M. Hauser, qui met en coupe réglée tous nos merveilleux gisements de la Vézère, a trouvé au Moustier un crâne humain présentant aussi des caractères néanderthaloïdes. Ce crâne a été transporté en Allemagne.

particulier, le crâne de La Chapelle-aux-Saints des crânes des autres groupes humains, fossiles ou actuels.

Ce qui me paraît non moins certain, c'est que, par l'ensemble de ses caractères, le groupe de Néanderthal-Spy-La Chapelle-aux-Saints représente un type inférieur se rapprochant beaucoup plus des Singes anthropoïdes qu'aucun autre groupe humain. Morphologiquement, il paraît se placer exactement entre le Pithécanthrope de Java et les races actuelles les plus inférieures, ce qui, je me hâte de le dire, n'implique pas, dans mon esprit, l'existence de liens génétiques directs.

Enfin, je ferai remarquer que ce groupe humain du Pléistocène moyen, si primitif au point de vue des caractères physiques, devait aussi, à en juger par les données de l'archéologie préhistorique, être très primitif au point de vue intellectuel. Lorsque, pendant le Pléistocène supérieur, nous sommes en présence de manifestations individuelles d'un ordre plus élevé et de véritables œuvres d'art, les crânes humains (race de Cro-Magnon) ont acquis les principaux caractères du véritable *Homo sapiens*, c'est-à-dire de beaux fronts, de grands cerveaux et une face proéminente.

ZOOLOGIE. — *Le Rhinocéros blanc, retrouvé au Soudan, est la Licorne des anciens.* Note de M. **E.-L. Trouessart**, présentée par M. E. Perrier.

On sait avec quelle rapidité plusieurs grands Mammifères de l'Afrique australe ont été exterminés au cours du dernier siècle. Après le Zèbre couagga et l'Antilope bleue (*Hippotragus leucophæus*), on constatait, il y a quelques années, que le Rhinocéros blanc ou camus (*Rhinoceros simus*) n'était plus représenté que par une dizaine d'individus *réservés* par le gouvernement du Cap dans un coin du Zululand.

Aussi est-ce avec une vive satisfaction que les naturalistes ont appris, au commencement de l'année 1908, qu'une colonie de cette rare espèce, déjà entrevue en 1900, venait d'être retrouvée par le major anglais Powel-Cotton entre le Haut-Nil et le lac Tchad, région où l'on n'en soupçonnait pas l'existence.

Le *Rhinoceros simus* de Burchell est un animal beaucoup plus remarquable, sous tous les rapports, que le Rhinocéros ordinaire d'Afrique (*Rhinoceros bicornis* L.), qu'il dépasse notablement en hauteur. Celui-ci a rarement plus de $1^{m},50$ à $1^{m},70$ au garrot, tandis que le Rhinocéros blanc atteint $2^{m},20$,

de telle sorte qu'après l'Éléphant c'est le plus grand des animaux terrestres. Sa couleur, d'ailleurs, est un gris qui diffère peu de celui de ses congénères, et c'est par suite d'une illusion ou d'une circonstance fortuite que les Boers du Transvaal lui ont appliqué le nom de *Rhinocéros blanc* qui lui est resté. Celui de *Rhinocéros camus* que lui a donné le voyageur Burchell est beaucoup plus exact. En effet, le museau, au lieu d'être caréné et terminé en avant par une lèvre supérieure triangulaire et préhensile, comme chez les espèces asiatiques et le *Rh. bicornis*, est ici tronqué carrément en forme de large muffle, et les narines sont rejetées en dehors et très écartées.

Cette conformation est en rapport avec des mœurs très particulières. Tandis que le *Rhinoceros bicornis*, ou Rhinocéros ordinaire d'Afrique, vit de feuillages, de racines et de tubercules qu'il déterre avec sa corne antérieure et qu'il saisit avec sa lèvre supérieure, le *Rhinoceros simus* se nourrit exclusivement d'herbages qu'il recherche dans les prairies et les clairières découvertes. Ce changement de régime semble avoir une grande influence sur le caractère. Le Rhinocéros bicorne est ombrageux et semble toujours furieux, cheminant sans relâche à travers la forêt et chargeant, sans provocation, l'homme qu'il dépiste de loin. Le Rhinocéros blanc, au contraire, est calme et paresseux, dormant à l'ombre la plus grande partie de la journée, et ne se réveillant que pour paître et se désaltérer au coucher du soleil. Aussi, sa chasse est-elle plus facile et moins dangereuse que celle de l'autre espèce.

Si le Rhinocéros blanc du Soudan est resté jusqu'ici ignoré des naturalistes, il n'en est pas de même des Arabes, qui, depuis une époque reculée, ont établi un trafic régulier de caravanes à travers cette vaste contrée. Mais, de l'animal, ils ne connaissaient que la corne nasale, dont ils faisaient commerce. Dès l'année 1825, Denham et Clapperton avaient rapporté de ces cornes qu'ils s'étaient procurées à Tombouctou.

En 1848, Fresnel, consul de France à Djeddah (Arabie), adressait à l'Académie des Sciences une Note sur l'existence, dans le Soudan, d'un Rhinocéros qu'on lui dépeignait comme n'ayant qu'une seule corne [1]. Les Arabes l'appelaient *Abou-Karn* (possesseur d'une corne), et le distinguaient nettement du *Khertit* ou Rhinocéros bicorne ordinaire. L'Abou-Karn habitait le sud du Wadaï, région au sud-ouest du Darfour et à l'est du Tchad. C'est là précisément qu'on vient de retrouver l'animal.

Il est évident que les Arabes n'avaient pas vu le Rhinocéros blanc, ou ne l'avaient vu que de loin, et leur erreur est excusable. En effet, il paraît que chez beaucoup d'individus, notamment chez les femelles, la corne

---

[1] F. FRESNEL, *Sur l'existence d'une espèce unicorne de Rhinocéros dans la partie tropicale de l'Afrique* (*Comptes rendus*, t. XXVI, 1848, p. 281).

postérieure est si petite qu'elle peut passer inaperçue, alors que la corne antérieure atteint une longueur inusitée et sans exemple chez les autres espèces du genre.

Le Muséum possède deux cornes envoyées par Fresnel à l'appui de sa Note, et de plus des cornes beaucoup plus anciennes, sans indication d'origine, mais qui appartiennent évidemment à la présente espèce. Je mets sous les yeux de l'Académie une corne de mâle et une corne de femelle. Ces cornes n'ont jamais leur pointe usée comme celles du Rhinocéros ordinaire; la corne du mâle plus massive, surtout à la base qui forme une sorte de socle, mesure 1^{m} de haut; celle de la femelle, toujours plus grêle, mais plus longue, a $1^{m},20$; mais comme elle a été sciée au-dessus du socle, elle devait avoir $1^{m},30$, sinon plus. On en possède une, à Londres, qui atteint $1^{m},57$. La face antérieure de ces cornes est constamment aplatie ou même creusée d'un sillon longitudinal, ce qui leur donne une section cordiforme et non elliptique comme chez le *Rhinoceros bicornis*.

Je mets également sous les yeux de l'Académie deux photographies d'un mâle adulte, tué par un sportman français sur les bords du Bahr-el-Gazal, et qui ont été prises de profil et de face, immédiatement après la mort de l'animal [1]. On voit que cette espèce est plus courte et plus trapue que le *Rh. bicornis*, avec un garrot plus élevé et une croupe un peu avalée. La peau semble couverte de tubercules réguliers et non lisse, ou irrégulièrement plissée, comme celle de l'autre espèce. Enfin, le museau, vu de face, est démesurément élargi, plus large même que chez les individus de l'Afrique australe, ce qui, joint à d'autres caractères crâniens, a porté M. R. Lydekker à faire de cette race du Nord une sous-espèce à part sous le nom de *Rhinoceros simus cottoni*.

Cette distinction est d'autant plus légitime que les deux sous-espèces forment deux colonies séparées par toute la région des Grands Lacs, le Rhinocéros blanc n'ayant jamais été signalé entre le Zambèze et les sources du Nil.

La découverte de cette intéressante espèce dans le Soudan égyptien éclaire d'un jour tout nouveau l'histoire si confuse de l'*Unicorne* ou *Licorne* des anciens. Déjà Diodore de Sicile, contemporain de Jules César, décrit (III, 35) un Rhinocéros d'*Éthiopie* qui portait « à l'extrémité des narines une seule corne *un peu aplatie* et presque aussi dure que du fer ». Cette description concorde avec celle que les Arabes du Hedjaz ont fait de l'animal à Fresnel, en 1848. Il ne faut pas oublier que, dans l'antiquité et au moyen-âge, la corne de Licorne servait à faire des coupes qui avaient la réputation de neutraliser l'action des poisons. Ni la corne de l'Oryx, ni la défense du Narwal, qui ont été tour à tour considérées comme représentant la véritable Licorne, ne pourraient servir à cet usage : il serait tout aussi facile de boire dans un fourreau de sabre.

---

(1) Je dois ces photographies à l'obligeance de M. Francis Yver, qui a lui-même chassé dans cette région.

Si l'usage de ces coupes s'est perdu dans l'Occident, il est certain qu'il subsiste encore en Asie, où l'on travaille la corne de Rhinocéros comme de l'ivoire pour en faire des coupes et des manches de couteaux, de sabres et de poignards. C'est ce qui explique la chasse acharnée qu'on fait à toutes les espèces de Rhinocéros et le commerce dont ces cornes sont l'objet dans les ports de la mer Rouge et de l'océan Indien. Je mets sous les yeux de l'Académie une de ces coupes, élégamment sculptée par un artiste chinois, et qui est d'un travail très délicat. On monte ces coupes sur un pied de métal plus ou moins précieux.

Le Rhinocéros blanc est à l'heure actuelle un des plus pressants desiderata de nos Collections nationales.

Aujourd'hui que les sportmen pénètrent avec tant de facilité, grâce au chemin de fer de la Haute-Égypte, dans cette région du Bahr-el-Gazal, dernier refuge de la faune africaine, il n'est pas douteux que le gros gibier y sera complètement exterminé avant peu d'années.

C'est pourquoi j'émets ici le vœu que le Muséum d'Histoire naturelle soit mis promptement en mesure d'envoyer dans cette région un naturaliste-voyageur exercé et actif, avec mission de rapporter, non de simples *trophées*, comme les chasseurs le font en ce moment, mais des dépouilles complètes (peau et squelette), utilisables pour la Science. On peut affirmer que les débris de ces grands Mammifères, derniers survivants de l'époque tertiaire, seront avant qu'il soit longtemps, pour les musées qui auront le bonheur d'en posséder, aussi rares et aussi précieux que ceux du célèbre *Diplodocus*.

ZOOLOGIE. — *Sur les* Haleciidæ, Campanulariidæ *et* Sertulariidæ *de la collection du* Challenger. Note de M. **Armand Billard**, présentée par M. Edmond Perrier.

Dans cette Note, qui est la suite des deux précédentes ([1]), je ne donnerai de détails qu'autant qu'il sera nécessaire pour la détermination des espèces d'Allman.

L'*Halecium flexile* Allm. est bien identique à l'*H. gracile* Bale, la priorité devant revenir au premier. L'*H. dichotomum* Allm. est très reconnaissable par ses gonothèques annelées, moins régulièrement cependant que ne le figure Allman: la forme des hydrothèques est semblable à celle des autres

([1]) Voir *Comptes rendus* du 26 octobre, p. 758, et du 16 novembre 1908, p. 938.

espèces, contrairement à ce qu'on pourrait croire en examinant le dessin de l'auteur : elles sont légèrement évasées et munies du cercle d'épaississements habituels. Chez le *Diplocyathus dichotomus* Allm., les hydranthophores avec leurs hydrothèques sont plus allongés en général que dans le dessin d'Allman (longueur totale : 240µ-350µ; largeur à l'orifice : 150µ-160µ).

Le *Campanularia insignis* Allm. ne diffère pas du *C. juncea* (*Lytoscyphus junceus*) du même auteur : l'hydranthophore n'est pas articulé comme le représente le dessin d'Allman. D'ailleurs ces deux formes me paraissent identiques au *Sertularia fruticosa* Esper (*Lytoscyphus fruticosus*), nom qui a la priorité. Après examen des échantillons types, je considère avec Bale [1] le *Thyroscyphus simplex* Allm. comme synonyme du *T. Torresii* Busk.

Comme l'admet Hartlaub [2] le *Calamphora parvula* doit entrer dans le genre *Sertularella*; les annulations et le col des hydrothèques ne sont pas aussi nets que sur le dessin d'Allman; la forme carrée de l'orifice n'est pas aussi tranchée.

L'hydrothèque de l'*Halisiphonia megalotheca* montre à sa limite inférieure un léger bourrelet périsarcal.

Le mode d'insertion de l'hydranthophore du *Lictorella halecioides* Allm. est le même que celui figuré par nous [3] pour le *Lictorella antipathes* (Lamx.) type; ces deux formes ne diffèrent donc pas comme on pourrait le croire d'après le dessin d'Allman. Il existe cependant une différence de taille assez importante, mais elle n'est pas suffisante sans doute pour séparer ces deux formes. Les hydrothèques et l'hydranthophore atteignent 540µ-580µ et la largeur des hydrothèques à l'orifice 190µ chez le *L. halecioides* Allm., tandis que les dimensions correspondantes du *L. antipathes* sont 385µ-400µ et 160µ-190µ. Chez le *L. cyathifera* Allm. l'hydranthophore continue directement l'apophyse sans cran aussi marqué que dans la précédente espèce, de plus le bord des hydrothèques est évasé (longueur des hydrothèques plus hydranthophores : 370µ-385µ; largeur à l'orifice : 160µ-175µ).

Je n'ai pas pu voir les valves qui ferment les hydrothèques du *Cryptolaria geniculata* Allm. et il est probable qu'Allman s'est mépris, car le bord de l'hydrothèque est souvent plissé.

Chez le *Sertularella annulata* (Allm.) les articulations des rameaux et les annulations des hydrothèques ne sont pas aussi nettes que le dessin d'Allman l'indique et même les articulations peuvent manquer. L'auteur figure quatre annulations et le plus souvent il n'y en a que trois. Enfin la partie

---

[1] *Proc. Roy. Soc. Victoria* (N. S.), t. VI, 1893, p. 99.

[2] *Abh. Geb. Naturwiss. Hamburg*, Bd. XVI, 1900, p. 62.

[3] *Ann. Sc. nat. Zoologie*, 9e série, t. VI, 1907, p. 216.

libre de l'hydrothèque est plus courte, ne dépassant guère le tiers de la hauteur totale. Il s'agit à notre avis, très vraisemblablement, d'une simple variété de notre *Sertularella Gayi* Lamx. possédant des hydrothèques de taille plus faible; la longueur de la partie externe est de 420$^{\mu}$ à 460$^{\mu}$, contre 585$^{\mu}$ à 650$^{\mu}$ dans le type et la largeur à l'orifice est de 215$^{\mu}$ à 230$^{\mu}$ au lieu de 290$^{\mu}$ à 325$^{\mu}$. Le *Sertularella laxa* (Allm.) montre à l'intérieur, au-dessous du bord de l'hydrothèque, trois épaississements saillants, non indiqués par Allman, ni dans son texte, ni dans sa figure; par cette particularité cette forme se montre identique au *S. mediterranea* Hartl. et ce dernier nom doit tomber en synonymie.

La figure donnée par Allman du *Thuiaria pharmacopola* Allm. le rend absolument méconnaissable et je n'ai pas été peu surpris en examinant la préparation de m'apercevoir que cette forme est identique au *Diphasia alata* Hincks, ce nom ayant de beaucoup la priorité. D'autre part il y a aussi identité entre le *Thuiaria vincta* Allm. et le *T. quadridens* Bale; l'orifice n'est pas circulaire comme Allman le figure à tort, mais bien pourvu de quatre dents; les épaississements sont conformes au dessin de Bale [1] dont le nom spécifique a la priorité; mais cette espèce appartient au genre *Sertularella* et non *Thuiaria*.

L'échantillon étiqueté sous le nom de *Thuiaria pectinata* Allm. n'est autre que le *T. articulata* Pallas, et si les bords de l'orifice sont minces et souvent mal définis, ils ne possèdent pas, dans tous les cas, la forme figurée par Allman.

Je crois qu'on peut considérer comme des formes identiques le *Desmoscyphus gracilis* Allm. (que Nutting a appelé *Sertularia Versluysi*), le *Dynamena marginata* Kchp. et le *Sertularia loculosa* Busk, la priorité appartenant à ce dernier.

Le bord des hydrothèques du *Desmoscyphus obliquus* (*Sertularia obliqua*) est épaissi.

Chez le *Synthecium campylocarpum* les articulations ne sont pas aussi nettes que le représente Allman; il en est de même des stries présentées par les gonothèques. Le *S. alternans* est, à mon avis, identique au *Sertularella cylindrica* Bale, ce dernier nom devant tomber en synonymie.

Il est surprenant qu'Allman n'ait pas vu que les hydrothèques de son espèce *Thecocladium flabellum* sont munies d'un opercule à quatre valves. On peut,

---

(1) *Catalogue of the austr. hydroid Zoophytes*, 1884, Pl. VII, *fig.* 5, 6.

en raison de ce fait, placer cette espèce dans le genre *Sertularella*, et la création d'un genre nouveau n'est nullement nécessaire.

La figure de la gonothèque d'*Idia pristis* donnée par Allman est quelque peu embellie et mérite bien les critiques de Bale; mais les rides transversales arquées dessinées par ce dernier sont bien dues à la dessiccation, comme j'ai pu m'en rendre compte par l'examen d'échantillons bien conservés provenant de l'expédition du *Siboga*.

ZOOLOGIE. — *Sur l'apparition de mâles et d'hermaphrodites dans les pontes parthénogénétiques des Phasmes.* Note de MM. **J. Pantel** et **R. de Sinéty**, présentée par M. Edmond Perrier.

On sait que la parthénogenèse consécutive à la séquestration des femelles est fréquente dans cette famille d'Orthoptères, aussi bien chez les espèces où les mâles sont normalement très nombreux (espèces *polyarrhéniques*) que chez celles où ils sont très rares (espèces *oligarrhéniques*).

Dans un travail paru en 1902, où les faits biologiques ont été l'objet d'une attention spéciale, l'un de nous [1] a cherché à mettre au point cette question, en ajoutant aux données préexistantes quelques observations méthodiques nouvelles. En somme, jusqu'ici : 1° on a observé la parthénogenèse par séquestration chez tous les Phasmes dont on a pu élever des femelles sûrement vierges; 2° on a constaté que, dans le cas d'une espèce polyarrhénique bien étudiée, le phénomène s'accompagne d'une réduction globale de la ponte et d'un abaissement du taux des éclosions; 3° les larves obtenues ont toujours été des femelles.

I. En présence de cette unisexualité chez les espèces normalement polyarrhéniques, il paraissait assez naturel de considérer le cas des Phasmes comme inverse de celui des Abeilles, et de se demander si, chez eux, la thélytocie ne tiendrait pas au manque de fécondation, si la spermie en d'autres termes, ne serait pas le déterminant au moins partiel du sexe mâle.

On pouvait aussi supposer que la série des générations unisexuées serait tôt ou tard interrompue par une génération bisexuée, et que dès lors les

---

(1) R. de Sinéty, *Recherches sur la biologie et l'anatomie des Phasmes* (*La Cellule*, t. XIX).

phénomènes coïncideraient avec ceux de la *parthénogenèse cyclique* normale (Henneguy), étudiée par von Siebold [1] chez les Psychides.

C'est cette dernière interprétation, nettement proposée par M. Henneguy [2], que la suite des observations devait justifier.

De toutes les espèces élevées en vue des recherches rappelées plus haut, deux seulement ont survécu et se sont propagées parthénogénétiquement, de 1898 à 1908, à raison d'une génération annuelle environ : le *Dixippus morosus* Br. et le *D. sp.*, probablement inédit. Les deux ont été représentés annuellement par de nombreux individus très prolifiques et n'offrant aucun signe d'affaiblissement. Or dans la ponte d'une robuste femelle de *Dixippus sp.*, tandis que l'ensemble des œufs donnait des femelles ou se desséchait, comme à l'ordinaire, deux mâles se sont inopinément montrés au mois d'août dernier. Il n'est donc pas possible de dénier à l'œuf parthénogénétique des Phasmes l'aptitude à évoluer par lui-même dans le sens de l'une et de l'autre sexualité.

Pourquoi, alors, la descendance d'une espèce se montre-t-elle obstinément unisexuée, durant toute une suite de générations, du seul fait de la non-fécondation? Pourquoi un nombre moindre d'éclosions? Questions auxquelles il serait sans doute présentement difficile de trouver une réponse.

En tout cas, il paraît extrêmement vraisemblable que les espèces naturellement oligarrhéniques, comme *Leptynia hispanica*, *Bacillus gallicus*, ne se montrent telles que parce qu'elles se propagent, à l'état de liberté, par parthénogenèse cyclique. On peut dès lors caractériser les effets de la séquestration des femelles, chez les espèces polyarrhéniques telles que *Leptynia attenuata*, *Dixippus morosus*, en disant que la non-fécondation réduit l'espèce, au moins temporairement, aux conditions d'une espèce oligarrhénique.

II. Peut-être serait-on fondé à dire que la tendance à la production de mâles, dans la reproduction parthénogénétique des Phasmes, n'atteint son but que par à-coups et comme par des essais qui peuvent s'arrêter au gynandromorphisme.

La même ponte de *Dixippus sp.*, à laquelle nous devons les deux mâles mentionnés, nous a fourni une femelle de taille normale, dont la ponte a

---

(1) Th. von Siebold, *Beiträge zur Parthenogenesis bei den Arthropoden*, Leipzig, 1871.

(2) *Les Insectes*, Paris, 1904.

pu être recueillie en vue d'observations ultérieures, qui a sur toute une moitié du corps les caractères du mâle.

La même anomalie s'est présentée à diverses reprises dans les générations parthénogénétiques de *Dixippus morosus*. Cette année encore, nous y avons observé une demi-douzaine d'individus offrant, à un degré plus ou moins marqué, les caractères externes et internes des deux sexes. L'hermaphrodisme, toutefois, n'a jamais été complet et tel que les deux sortes d'appareils reproducteurs fussent capables de fonctionnement. Il n'est pas rare que de tels individus succombent de bonne heure, par suite des malformations qui rendent particulièrement difficile la dernière exuviation, ou tout au moins l'expulsion des œufs. Il y en a néanmoins qui se libèrent et fournissent une ponte plus ou moins complète, suivant qu'elle provient des deux ovaires ou d'un seul.

Les espèces naturellement polyarrhéniques, avons-nous dit plus haut, paraissent être ramenées, par le fait de la séquestration des femelles, aux conditions des espèces oligarrhéniques. Dans cet ordre d'idées, il convient de remarquer que celles-ci peuvent également offrir le gynandromorphisme, et par là le rapprochement devient, peut-être, plus étroit.

Nous devons à l'amabilité de M. R. du Buysson, assistant d'entomologie au Muséum, un remarquable *Bacillus gallicus*, capturé à l'état de liberté, où la tendance à l'organisation masculine l'emporte sur la tendance opposée, bien que les caractères féminins y soient très nets sur toute une moitié du corps. Or, il s'agit d'une espèce dont le mâle authentique ne paraît pas avoir été rencontré encore, bien que la femelle soit assez commune et la faune française bien explorée. Avant toute autre elle semble devoir être rangée parmi les espèces à parthénogenèse cyclique : les cas d'hermaphrodisme devraient-ils y être considérés comme un indice de la tendance à la génération bisexuée ?

Ce qui commande une grande réserve dans l'acceptation de ces vues nécessairement conjecturales, c'est que le gynandromorphisme n'est, ni très rare chez les insectes libres, ni limité aux espèces oligarrhéniques. Sans sortir des Orthoptères et sans rappeler les quelques cas mentionnés dans la littérature qui s'y rapportent, notre collection personnelle nous en offre deux exemples, chez les *Pycnogaster Graellsi* et *Ephippigera vitium*, deux Locustidées où les mâles sont aussi nombreux que les femelles. Pourtant il s'agit toujours là d'anomalies très exceptionnelles, paraissant difficilement comparables à celles, vraiment fréquentes, que nous ont présentées les *Dixippus*.

SISMOLOGIE. — *Sur les microsismes de longue durée.* Note de M. **José Comas Solá**, présentée par M. Bigourdan.

L'enregistrement des microsismes de faible période d'oscillation et de longue durée totale, dits souvent *barosismes*, est très fréquent à l'Observatoire Fabra (Barcelone), où sont installés, entre autres instruments sismiques, des pendules verticaux de Cancani et de Vicentini, celui-ci enregistrant la composante verticale comme les composantes horizontales.

Ces appareils fonctionnent régulièrement depuis 1906, et depuis lors j'observe que ces barosismes ne montrent pas une relation tout à fait intime avec les changements de la pression barométrique, non plus qu'avec les changements de température. J'ai toujours comparé les sismogrammes aux courbes du baromètre et du thermomètre, grands modèles, installés à l'Observatoire Fabra. Cette intime connexion n'existe pas non plus avec les mouvements généraux de l'atmosphère. D'ailleurs, les longs microsismes enregistrés ici, comme d'habitude, se montrent de préférence autour de 6^h du matin.

L'exemple le plus notable de ces mouvements faibles, à courte période et à longue durée, observés ici, a eu lieu les 23, 24, 25 et 26 octobre 1908 : pendant 70 heures environ, ces microsismes ont été presque continus, influençant les trois composantes.

Le maximum principal eut lieu le 25; d'autres maxima, réduits et secondaires mais importants, furent enregistrés pendant la matinée du 24. Enfin le 29, pendant toute la matinée, il y eut des répliques, mais faibles en intensité comme en durée. Le 24 octobre on a signalé une grande dépression cyclonique, et les diagrammes barométriques de l'Observatoire montrent, pendant plusieurs heures, des oscillations continues de la pression atteignant plus de $0^{mm},5$ d'amplitude dans une période de peu de minutes; mais ces grandes oscillations barométriques ne coïncident pas avec les maxima sismiques principaux; en outre, les barosismes continuent le 26 et se répètent le 29, quand la pression avait repris sa stabilité normale. L'examen des courbes thermométriques ne donne lieu à aucune comparaison intéressante.

Le maximum de durée des oscillations complètes de ces mouvements microsismiques a été de 6,0 secondes, et le minimum de 2,5 secondes; le plus souvent, de 5,0 secondes. L'amplitude maxima des oscillations verticales a été de $0'',45$ et celle des oscillations horizontales, $1'',6$. Ces mesures horizontales ont été prises sur les diagrammes du microsismométrographe à grande vitesse de Cancani (longueur du pendule vertical, $3^m,60$; poids de la masse, 220^{kg}; vitesse du papier, $2^m,20$ par heure; amplification, 17,3 fois). Pour les mesures verticales : longueur de la tige, $1^m,80$; poids de la masse, 50^{kg}; vitesse du papier, 30^{cm} par heure; amplification, 158 fois.

Par rapport aux mouvements lointains ou prochains, simultanés ou peu

séparés en temps de cette tempête microsismique, je dois signaler : 1° un faible mouvement instrumental ressenti à l'Observatoire, le 27 octobre, à $21^h14^m10^s$ (t. m. Gr.), et dont l'épicentre était rapproché; ces sortes de mouvements sont assez ordinaires ici; 2° le 10 novembre, on a signalé, à 120^{km} au nord de Barcelone et à 5^h30^m du matin, un macrosisme dont l'intensité, d'après les renseignements reçus, correspond au degré IV de l'échelle de Mercalli.

On doit noter, et ceci est très important, qu'à 100^{km} environ au nord de Barcelone il existe une région volcanique étendue et où se trouvent plus de 35 cratères éteints, mais d'origine géologiquement moderne. Le mouvement signalé le 10 novembre a été, comme presque tous ceux de cette région, d'origine volcanique; mais la surface d'ébranlement est peu étendue et il n'a pas eu d'influence sur les microsismographes de l'Observatoire Fabra.

Je cite ce mouvement pour mémoire, sans vouloir le rapprocher nécessairement des microsismes dont il vient d'être question. Mais, qu'ils aient été ou non en relation avec ces manifestations volcaniques, je crois que les changements barométriques doivent être regardés, tout au plus, et parfois seulement, comme le *déclenchement* des énergies prêtes à se manifester et qui existent sous la surface terrestre, sûrement à faible profondeur relative.

PALÉONTOLOGIE. — *Les* Phoridæ *et les* Leptidæ *de l'ambre de la Baltique.* Note de M. **Fernand Meunier**, présentée par M. Edmond Perrier.

L'étude de plus de 300 spécimens de *Phoridæ* et de *Leptidæ* du succin me permet de formuler quelques remarques générales sur la faune de ces Diptères habitant l'Europe au début des temps tertiaires.

Quelques formes de *Phoridæ* ont été décrites par H. Loew en 1850 [1]; les autres espèces connues proviennent du copal subfossile de Zanzibar. Les Diptères de cette famille sont rarement très bien conservés, ce qui rend leur étude encore plus difficile. En effet, la disposition des cils sur le front, la présence ou l'absence des ocelles sont souvent peu appréciables.

La nervation des ailes est peu critère, les nervures étant ordinairement enchevêtrées ou froissées. Les antennes offrent des caractères assez stables; ceux de la pipette et des palpes sont ordinairement inutilisables. Le paléo-

---

[1] *Ueber den Bernstein u. die Bernstein fauna*, p. 40. Meseritz.

entomologiste doit s'en tenir à la taille des Phorides, à la disposition des cils ou soies sur les pattes et à la morphologie de leurs ongles.

En 1850, Loew mentionne qu'il a vu 11 espèces de *Phoridæ* tertiaires. Parmi les spécimens du Musée minier de Königsberg et de la collection du Prof. Dr R. Klebs, j'ai trouvé 20 espèces de cette famille :

Les *Aphiochæta* (*Phora* plur. auct.) n'ont pas de soies au milieu des tibias des pattes médianes.

Les *Phora* ont les tibias de cette paire de pattes ornés d'un ou de plusieurs cils; ils se séparent encore des *Aphiochæta* par les nervures des ailes et par les articles tarsaux.

Le genre *Conicera* a des antennes poilues, longuement piriformes; le chête est épaissi à la base.

Comme H. Loew, je considère que les *Phoridæ* du Samland sont très voisins de ceux de la faune paléarctique actuelle; aucun genre n'est spécial à la faune néarctique.

L'examen des *Leptidæ* est très laborieux. Les caractères de la topographie des ailes n'ont guère de valeur; les antennes permettent de classer, avec certitude, les *Leptis* et les *Atherix*. Les articles tarsaux et les ongles des pattes sont utiles à consigner pour le démembrement des espèces. Dans la reine des résines, les *Leptis* sont beaucoup plus abondants que les *Atherix*; on ne trouve cependant que quelques espèces des deux genres. Le genre *Palæochrysopila* Meun. (1892) ne doit être considéré que comme sous-genre des *Chrysopila* Macquart.

La faune des *Leptidæ* de l'ambre de la Baltique est nettement paléarctique; on n'y observe aucun genre des faunes néarctiques ou néotropicales.

Les espèces, toutes éteintes, sont extraordinairement voisines de celles de la faune actuelle.

Les riches matériaux de *Phoridæ* et de *Leptidæ* du succin permettent de conclure que ces Diptères ne se sont guère transformés depuis l'aurore des temps tertiaires.

OCÉANOGRAPHIE. — *De l'influence de la déflation sur la constitution des fonds océaniques.* Note de M. J. Thoulet.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 1er juin 1908), à la suite de l'examen de poussières recueillies au sommet de l'une des tours de la cathédrale de Nancy, j'avais été amené à reconnaître l'origine éolienne de la plupart des grains minéraux dénommés *fins-fins* et même *très fins*, particu-

lièrement de quartz, qu'on trouve dans tous les fonds marins après élimination du calcaire et de l'argile. J'avais aussi reconnu par des expériences synthétiques que la vitesse des vents suffisants pour transporter ces poussières était très faible, comprise entre 0 et 2m,50 par seconde, état atmosphérique que les météorologistes désignent sous les noms de *calme* et *presque calme*, qui, considéré comme un minimum, règne continuellement au-dessus de toutes les régions continentales et océaniques quelque éloignées de terre qu'elles puissent être. Dans le dessein de confirmer ces conclusions, j'ai examiné et analysé de nouveaux échantillons de poussières éoliennes récoltés en trois localités situées dans des régions de constitution lithologique différente et toujours au sommet de clochers d'églises.

Le résultat des analyses pour 100 est le suivant, en y ajoutant l'analyse des poussières de la cathédrale de Nancy :

	Calcaire.	Minéraux.	Matière organique.
1. Nancy	15,0	41,0	44,0
2. Gérardmer	traces	72,0	28,0
3. Cette	27,5	44,6	27,9
4. Montpellier	40,0	43,6	16,4

Les minéraux étaient les suivants :

1. *Nancy*. — Chondres en globules noir opaque ou jaune plus ou moins pâle et plus ou moins transparent, et troïlite d'origine cosmique, hématite (rare), magnétite, tourmaline (abondante), zircon, corindon, rutile R, enstatite, péridot R, pyroxène, muscovite, biotite, quartz AA, feldspath. — Argile.

2. *Gerardmer* (*région granitique*). — Chondres, magnétite A, tourmaline, zircon R, corindon, grenat, spinelle, enstatite, sphène, biotite, quartz AA, quartzite, feldspath. — Argile.

3. *Cette* (*église Saint-Louis*). — Chondres noirs A, bruns et blancs avec bulles et inclusions ferrugineuses, magnétite, spinelle A, tourmaline, péridot, staurotide, glaucophane, hornblende, actinote, grenat, rutile, andalousite, zircon, corindon, muscovite, quartz AA, feldspath. — Argile.

4. *Montpellier* (*église Sainte-Anne*). — Chondres noirs, bruns et blancs avec cupule, magnétite, rutile A, zircon, corindon, sillimanite, amphibole, pyroxène, biotite, muscovite, quartz AA, feldspath. — Argile.

En résumé, l'analyse des nouveaux échantillons confirme l'hypothèse de l'origine cosmique et éolienne de la majeure partie des minéraux fins-fins trouvés dans les fonds marins, surtout les plus éloignés de terre.

Quelle que soit la localité considérée, continentale ou océanique, le quartz constitue la portion de beaucoup la plus considérable des poussières éoliennes.

L'origine cosmique s'applique particulièrement à la magnétite qu'on trouve sur tout le lit océanique, et l'origine éolienne à l'argile en particules infiniment ténues qui, dans sa chute très lente de la surface de la mer jusqu'au fond, apporterait peut-être aux diatomées et autres organismes siliceux des eaux superficielles la silice qui leur est indispensable pour fabriquer l'opale de leur squelette, ainsi qu'il résulte des belles expériences de Murray et Irvine.

Le carbonate de chaux des fonds éloignés de terre est presque uniquement d'origine organique et se compose des restes de foraminifères ayant vécu dans les eaux superficielles et qui arrivent presque intacts sur le sol sous-marin, après la mort de l'être dont ils constituaient la carapace. Ceux de ces restes qui servent à la nourriture des animaux du fond sont, après que ceux-ci en ont assimilé les portions nutritives, rejetés à l'état de poussière fine à laquelle se mélangent encore les particules du calcaire d'apport éolien et celles du carbonate de chaux d'origine chimique.

Les poussières récoltées en une région continentale offrent, dans leur composition qualitative et quantitative, une relation avec la nature lithologique et topographique de la région immédiatement environnante et, quoique en moindre proportion, avec celle des régions situées au-dessus d'elle par rapport aux vents régnant le plus habituellement. Ce dernier cas s'applique aux localités océaniques.

M. E. **Fleury** adresse un Mémoire intitulé : *Les agents médicamenteux du drainage urique*.

M. **Albert Nodon** adresse une *Contribution à l'étude des cyclones et des tempêtes*.

A 4 heures trois quarts l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 14 décembre 1908.

Histoire des Sciences. *Les lapidaires de l'antiquité et du moyen âge,* Ouvrage publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique et de l'Académie des Sciences, par F. de Mély; t. III, 1er fasc. : *Les lapidaires grecs;* traduction. Paris, Ernest Leroux, 1902; 1 vol. in-4°.

Bref och Skrifvelser of och till Carl von Linné, med understöd af svenska Staten utgifna af Upsala Universitet. Första afdelningen, Del II. Stockholm, 1908; 1 vol. in-8°. [Afin de rendre aussi complète que possible l'édition de la correspondance de Linné (*Bref och Skrifvelser*) publiée sous les auspices de l'Université royale d'Upsal, le bibliothécaire de l'Université se permet de prier les personnes qui connaîtraient des *lettres de Linné* de vouloir bien les lui signaler.]

Traité de Mathématiques générales, à l'usage des chimistes, physiciens, ingénieurs et des élèves des Facultés des Sciences, par M. E. Fabry, avec une *Préface* de M. G. Darboux, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. Paris, A. Hermann et fils, 1909; 1 vol. in-8°. (Offert en hommage par M. Darboux.)

Correction de la position et diamètre de Mercure, déduits des observations de contact effectuées lors du passage du 13-14 novembre 1907, par Paul Stroobant. Bruxelles, Hayez, 1908; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Les progrès récents de l'Astronomie, année 1907, par Paul Stroobant. Bruxelles, Hayez, 1908; 1 fasc. in-12.

Comment choisir ses aliments pour établir son menu, par A. Balland. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1909; 1 vol. in-12. (Présenté dans la séance du 30 novembre par M. A. Gautier.)

Réponse de M. le Dr Lortet *à M.* Chantre, *sur l'antiquité du crâne syphilitique trouvé dans la nécropole préhistorique de Roda (Haute-Égypte).* Lyon, imp. Rey, 1908; 1 fasc. in-8°.

Vins et spiritueux considérés au point de vue de la loi sur les fraudes, compositions, analyses, falsifications, par le Dr Charles Blarez. Paris, A. Maloine, 1908; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Annales des falsifications. Bulletin international de la répression des fraudes alimentaires et pharmaceutiques, publié sous la direction de MM. le Dr F. Bordas et Eug. Roux; 1re année, n° 1, novembre 1908. Paris et Genève; 1 fasc. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 DÉCEMBRE 1908.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarques sur l'équation de Fredholm.* Note de M. H. POINCARÉ.

On sait que Fredholm résout l'équation

$$(1) \qquad \varphi(x)+\lambda\int f(x, s)\,\varphi(s)\,ds=\psi(x)$$

par la formule

$$(2) \qquad \varphi(x)=\psi(x)-\int \frac{D_{\lambda f}\begin{pmatrix}x\\ y\end{pmatrix}}{D_{\lambda f}}\psi(y)\,dy,$$

où $D_{\lambda f}\begin{pmatrix}x\\ y\end{pmatrix}$ et $D_{\lambda f}$ sont deux fonctions entières de λ. Le développement de $D_{\lambda f}$ commence par le terme 1, et le terme général est

$$\frac{\lambda^n}{n!}\int f\begin{pmatrix}x_1, & x_2, & \ldots, & x_n\\ x_1, & x_2, & \ldots, & x_n\end{pmatrix}dx_1\,dx_2\ldots dx_n.$$

Le terme général du développement de $D_{\lambda f}\begin{pmatrix}x\\ y\end{pmatrix}$ est

$$\frac{\lambda^{n+1}}{n!}\int f\begin{pmatrix}x, & x_1, & x_2, & \ldots, & x_n\\ y, & x_1, & x_2, & \ldots, & x_n\end{pmatrix}dx_1\,dx_2\ldots dx_n.$$

La notation $f\begin{pmatrix}x_1, & x_2, & \ldots, & x_n\\ y_1, & y_2, & \ldots, & y_n\end{pmatrix}$ représente le développement à n lignes et n colonnes, où l'élément de la $i^{\text{ième}}$ ligne et de la $k^{\text{ième}}$ colonne est $f(x_i, y_k)$.

Si $f(x, y)$ devient infini pour $x=y$ les formules précédentes deviennent

illusoires, puisque certains éléments de nos déterminants sont infinis. On sait comment Fredholm s'est tiré de cette difficulté. Soient f_2, f_3, ... ce que l'on appelle les *noyaux réitérés*; si $f(x, y)$ devient infini comme $(x-y)^{-\alpha}$ et que l'exposant α soit suffisamment petit, il arrivera que tous ces noyaux réitérés seront finis à partir de l'un d'entre eux. Supposons donc que f_n soit fini, ainsi que tous les noyaux réitérés d'indice plus grand. Fredholm ramène l'équation (1) à une autre équation de même forme, mais où λ est remplacé par $-(-\lambda)^n$ et f par f_n.

Dans l'équation (2), la fonction méromorphe en λ

$$\Phi(\lambda) = \frac{D_{\lambda f}\binom{x}{y}}{D_{\lambda f}}$$

se trouve remplacée par une autre fonction méromorphe en λ, $\Phi_n(\lambda)$, dont le dénominateur est

$$D_n = D_{-(-\lambda)^n f_n}.$$

Si f est fini, f_n l'est également, et les deux formules sont applicables; les deux fonctions méromorphes Φ et Φ_n sont donc égales, ce qui veut dire que l'on peut revenir de la nouvelle formule à l'ancienne en divisant le numérateur et le dénominateur par un même facteur commun. Il est aisé en effet de vérifier que, si l'on pose

$$D_{\lambda f} = F(\lambda)$$

et si α est une racine $n^{\text{ième}}$ de l'unité, on aura

$$D_n = F(\lambda)\,F(\alpha\lambda)\,F(\alpha^2\lambda)\ldots F(\alpha^{n-1}\lambda).$$

Qu'arrive-t-il maintenant quand f devient infini et que, par exemple, f_2 est fini? Ici encore, nous devons prévoir que le numérateur et le dénominateur de Φ_2 auront un facteur commun, et que $D_2 = D_{-\lambda^2 f_2}$, qui est une fonction entière de λ^2, sera le produit de deux fonctions entières $G(\lambda)$ et $G(-\lambda)$, le second facteur $G(-\lambda)$ divisant également le numérateur.

C'est en effet ce qui arrive; on peut alors se proposer, puisque la fonction ménomorphe Φ se présente sous une forme illusoire et que la fonction méromorphe Φ_2 n'est pas irréductible, de former une fonction méromorphe irréductible égale à Φ_2. Dans ce cas, la solution se présente sous une forme très simple.

Nous aurons

$$\Phi_2 = \frac{N}{D}, \tag{3}$$

N et D étant deux fonctions entières de λ qui se formeront de la même manière que $D_{\lambda f}\binom{x}{y}$ et $D_{\lambda f}$; la seule différence, c'est que les déterminants

$$f\begin{pmatrix} x_1, x_2, \ldots, x_n \\ x_1, x_2, \ldots, x_n \end{pmatrix}, \qquad f\begin{pmatrix} x, x_1, x_2, \ldots, x_n \\ y, x_1, x_2, \ldots, x_n \end{pmatrix}$$

seront remplacés par d'autres, formés tout à fait de la même manière, sauf que les éléments $f(x_i, x_i)$ qui deviennent infinis seront remplacés par zéro.

Les considérations suivantes permettront de mieux comprendre la signification de ce résultat. Supposons que la fonction $f(x, y)$ non seulement soit finie, mais admette des dérivées premières finies. Dans ce cas, d'après un résultat de M. Fredholm sur la loi de décroissance des coefficients, la fonction entière $D_{\lambda f}$ sera de genre zéro. Supposons, au contraire, que $f(x, y)$ devienne infinie pour $x = y$ comme $(x - y)^{-\alpha}$ et que α soit plus petit que $\frac{1}{2}$. Supposons même, pour éviter toute complication dans l'énoncé, que l'on ait

$$f(x, y) = \frac{\psi(x, y)}{|x - y|^{\alpha}},$$

la fonction ψ restant holomorphe dans le domaine considéré. On aura alors

$$|f_2(x', y) - f_2(x, y)| < A\,|x' - x|^{1-2\alpha},$$

et, d'après le théorème de M. Fredholm, le coefficient de λ^{2n} dans le développement de $D_{-\lambda^2 f_2}$ décroîtra comme $(n^n)^{2\alpha - 1 - \frac{1}{2}}$; de sorte que, si $\alpha < \frac{1}{4}$, cette fonction $D_{-\lambda^2 f_2}$ sera une fonction entière de genre zéro de λ^2. Nous savons qu'une fonction entière de genre zéro de λ^2 peut toujours être regardée comme le produit de deux fonctions entières de λ,

$$G(\lambda)\,G(-\lambda),$$

qui sont de genre 1. Nous devons donc nous attendre à ce qu'en appelant $D(\lambda)$ le dénominateur de la formule (3), on ait

$$D_{-\lambda^2 f^2} = D(\lambda)\,D(-\lambda),$$

de sorte que

$$G(\lambda) = e^{k\lambda}\,D(\lambda),$$

k étant une constante quelconque. C'est en effet ce qui arrive. Ce qui caractérise la fonction $D(\lambda)$ et la distingue de toutes les autres fonctions $G(\lambda)$,

c'est que le coefficient de λ est nul. Quand la fonction $f(x, y)$ reste finie de telle façon que $D_{\lambda f}$ existe, $D_{\lambda f}$ sera aussi une fonction $G(\lambda)$ et l'on aura

$$D_{\lambda f} = e^{k\lambda}\, D(\lambda),$$

k étant le coefficient de λ dans le développement de $D_{\lambda f}$. Dès que la fonction $f(x, y)$ devient infinie, cette formule devient illusoire, parce que le coefficient k devient infini.

Proposons-nous, d'autre part, de développer $\log D_{\lambda f}$ suivant les puissances de λ; nous trouverons

$$\log D_{\lambda f} = \sum \frac{\lambda^n \varphi_n}{n},$$

en posant

$$\varphi_n = (-1)^{n+1} \int f(x_1, x_2) f(x_2, x_3) \ldots f(x_{n-1}, x_n) f(x_n, x_1)\, dx_1\, dx_2 \ldots dx_n.$$

On peut tirer de là une conclusion. Reprenons la formule

$$\Phi(\lambda) = \frac{D_{\lambda f}\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}}{D_{\lambda f}}.$$

Multiplions haut et bas par

$$e^{-\frac{\lambda \varphi_1}{1} - \frac{\lambda^2 \varphi_2}{2} - \ldots - \frac{\lambda^p \varphi_p}{p}}.$$

Nous obtiendrons ainsi la formule

$$\text{(3 bis)} \qquad \Phi(\lambda) = \frac{N_p}{D_p},$$

où N_p et D_p sont des fonctions entières de λ. Ces fonctions se formeront de la même manière que $D_{\lambda f}\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ et $D_{\lambda f}$, avec cette différence qu'après avoir développé les déterminants

$$f\begin{pmatrix} x_1, & x_2, & \ldots, & x_n \\ x_1, & x_2, & \ldots, & x_n \end{pmatrix}, \qquad f\begin{pmatrix} x, & x_1, & x_2, & \ldots, & x_n \\ y, & x_1, & x_2, & \ldots, & x_n \end{pmatrix},$$

il faudra supprimer dans le développement tous les termes qui contiennent en facteur un produit de la forme

$$f(x_1, x_1), \quad f(x_1, x_2) f(x_2, x_1), \quad f(x_1, x_2) f(x_2, x_3) f(x_3, x_1), \quad \ldots,$$

jusqu'à

$$f(x_1, x_2) f(x_2, x_3) \ldots f(x_{p-1}, x_p) f(x_p, x_1).$$

Mais il arrivera ceci; supposons que $f(x, y)$ ne reste plus fini, mais prenne la forme

$$f(x, y) = \frac{\psi(x, y)}{|x - y|^\alpha},$$

ψ étant fini. Alors les séries $D_{\lambda f}$, $D_{\lambda f}\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ ne seront plus convergentes, mais *les séries* N_p *et* D_p *resteront convergentes*, pourvu que

$$\alpha < \frac{p}{p+1},$$

de sorte que la formule (3 *bis*) restera applicable.

Si l'on suppose $f(x, y)$ fini et pourvu d'une dérivée, les quatre séries $D_{\lambda f}$, $D_{\lambda f}\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$, N_p et D_p sont toutes convergentes; mais les deux premières convergent plus rapidement, puisqu'elles représentent des fonctions entières de genre zéro, tandis que les deux dernières représentent des fonctions entières de genre p.

Remarquons encore qu'on peut obtenir la dérivée logarithmique de $D_{\lambda f}$ de la façon suivante :

Soit $\theta(x, \zeta)$ la solution de l'équation

$$\theta(x, \zeta) + \lambda \int f(x, s)\, \theta(s, \zeta)\, ds = f(x, \zeta);$$

on aura

$$\text{dér. log}\, D_{\lambda f} = \int \theta(x, x)\, dx.$$

ÉLECTRICITÉ. — *Action des lignes d'énergie électrique sur les orages à grêle.* Note de M. **J. Violle**.

J'ai déjà entretenu l'Académie des méfaits attribués à une ligne de transmission d'énergie électrique à haute tension, qui aurait amené la grêle sur une région généralement indemne [1].

Quelle peut être l'action d'une telle ligne?

Les effluves puissants, qui se dégagent d'une ligne à haute tension sous l'influence d'un nuage orageux et sur lesquels j'ai spécialement attiré l'attention dans ma précédente Communication, montrent que le système fonc-

---

(1) J. Violle, *Comptes rendus*, t. CXLVII, 17 août 1908, p. 375.

tionne à la manière d'une machine unipolaire : la ligne se comporte comme l'un des peignes d'une machine de Holtz. Elle émet ainsi des torrents d'ions qui s'élèvent en entraînant des charges électriques énormes. La ligne agira donc exactement comme j'ai indiqué qu'agissent tous les engins dits *grêlifuges*, c'est-à-dire comme de véritables paratonnerres (¹).

Tantôt quelques paratonnerres suffiront à conjurer le danger, tantôt tous les paratonnerres d'une grande ville n'empêcheront pas la foudre de frapper au cœur même de la cité. Mais, le plus souvent, le passage d'un orage au-dessus d'une ville l'affaiblira notablement.

Une simple ligne d'arbres sera d'habitude sans effet utile, tandis qu'une vaste forêt constituera un véritable rempart contre les orages.

Semblablement, les organisateurs de la défense contre la grêle par les canons ou les fusées sont tous d'accord pour réclamer une organisation méthodique des engins à l'avant du territoire à préserver.

De même, là où une ligne unique de transmission d'énergie n'a pas suffi à désarmer l'orage qui l'a frappée, plusieurs lignes auraient pu exercer une protection efficace. D'ailleurs, plus le voltage d'une ligne sera élevé, plus l'action de cette ligne sera marquée.

Ainsi donc, suivant la nature de la ligne, suivant l'état du nuage (hauteur, charge, etc.), le nuage sera plus ou moins attiré ou repoussé, déchargé en partie ou totalement. Quant à la grêle, tout ce que nous pouvons en dire, c'est que sa manière d'être sera changée, de la même façon que par tout autre engin ionisant, la question de puissance mise de côté; et l'on comprend que ce changement puisse se traduire différemment selon les circonstances.

Il y a donc le plus grand intérêt à suivre de près l'action des lignes de transmission d'énergie électrique sur les orages et particulièrement sur les orages à grêle.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur le mode d'action de l'électricité dans la parthénogenèse électrique.* Note de M. **Yves Delage**.

J'ai, dans une Note récente (*Comptes rendus* du 28 septembre 1908), fait connaître qu'on peut obtenir le développement des œufs vierges d'Oursins,

(¹) J. Violle, *Comptes rendus*, t. CXL, 6 février 1905, p. 342, et t. CXLVI, 2 mars 1908, p. 451.

en les soumettant, dans un liquide approprié, à l'action de l'électricité dans un condensateur en forme de cuvette. J'ai admis *a priori* que les œufs étaient influencés par la charge statique du condensateur. Cette idée demande à être examinée de plus près.

Il est à remarquer d'abord que, d'après la conception courante, les œufs ne sont pas dans le champ électrique, lequel est tout entier contenu dans le diélectrique, et qu'ils sont seulement en contact avec le champ, ainsi que je l'ai indiqué expressément dans le Mémoire *in extenso* paru, immédiatement après la Note des *Comptes rendus*, dans les Notes et Revue des *Archives de Zoologie expérimentale* (vol. IX, n° 2). Certains physiciens sont d'avis que l'action de la charge est rigoureusement nulle hors du champ et, par conséquent, sur les œufs, tandis que d'autres croient possible une certaine action à très courte distance du champ et, *a fortiori*, sur les objets en contact avec lui. Or, les œufs sont en contact avec le champ et non par un point comme des sphères géométriques reposant sur un plan, mais par la petite surface, de quelques μ carrés, par laquelle ils s'aplatissent sur le fond.

En dehors des effets possibles de la charge statique, il y a lieu de se demander si les deux charges du condensateur sont si exactement séparées qu'il n'y ait aucune communication entre elles et, par conséquent, aucun courant.

Il y avait à faire, pour examiner ce point, une étude du condensateur-cuvette en lui-même et indépendamment de son contenu, étude qui ne pouvait être conduite avec la précision convenable que dans un laboratoire de Physique et par des personnes qualifiées pour ce genre de recherches.

M. J. Carvallo, agrégé de Physique et préparateur de Physique à la Sorbonne, et M. F. Vlès, licencié ès sciences, préparateur à la station biologique de Roscoff, ont bien voulu faire cette étude dans le laboratoire de M. le Professeur Bouty. Ils ont déterminé la résistance du condensateur-cuvette au moyen d'un électromètre capillaire, par le procédé classique de M. Bouty pour la mesure des grandes résistances. Voici les résultats auxquels ils sont arrivés.

On sait que l'imperméabilité d'une lame de mica de $0^{mm},2$ est absolue pour des voltages de l'ordre de ceux qui ont été mis en action dans mes expériences (5 à 30 volts). Ce n'est donc pas à travers la lame de mica que le courant pouvait s'établir. Mais MM. Carvallo et Vlès m'ont signalé que des fuites se produisaient extérieurement par l'humidité condensée sur la plaque de mica en dehors de la cuvette. Quand cette plaque était vernie ou paraffinée et aussi sèche que possible, la fuite était presque nulle et la résis-

tance de l'appareil s'élevait à 18000 mégohms et plus. Mais il leur suffisait de souffler sur cette plaque, non vernie ni paraffinée, pour voir cette résistance tomber à une vingtaine de mégohms. Comme j'opérais à Roscoff dans une atmosphère très humide, je dois admettre que mes condensateurs, bien que lavés à l'eau douce et mis à sécher au soleil (toutes les fois que cela était possible) après chaque expérience, étaient à peu près dans la condition de ceux recouverts par l'haleine d'une couche de buée. J'admettrai donc que, dans mes expériences, leur résistance était de l'ordre du mégohm et, approximativement, de 20 mégohms.

L'intensité du courant traversant l'appareil est, dans ce cas,

$$I = \frac{E}{R} = \frac{15}{20 \times 10^6} = 75 \times 10^{-8},$$

soit moins de $\frac{1}{1000}$ de milliampère.

Malgré son extrême faiblesse, un tel courant, agissant pendant 1 heure, pourrait avoir des effets chimiques qui ne seraient pas négligeables. Un calcul simple permet de déterminer la quantité Q (en coulombs) d'électricité ayant traversé l'appareil et le poids P (en grammes) d'ions mis en liberté. On a, après 1 heure,

$$Q = IT = 75 \times 10^{-8} \times 3600,$$

et, en appelant M le poids atomique ou moléculaire de l'ion,

$$P = \frac{MQ}{96600}.$$

C'est ici que commencent les difficultés d'interprétation.

L'eau de mer est un mélange électrolytique très complexe et il est difficile de prévoir tous les résultats de son électrolyse. MM. Carvallo et Vlès se sont assurés que, conformément à ce qu'on pouvait attendre quand on électrolyse de l'eau de mer dans les conditions ordinaires, NaCl est décomposé et donne, au pôle +, du Na qui décompose H^2O et fournit du NaOH, et, au pôle −, du Cl qui se dégage en bulles.

MM. J. Carvallo et F. Vlès n'ont pu mettre l'alcalinité produite *directement* en évidence au moyen d'indicateurs colorés, bien que les quantités d'alcali produites fussent supérieures à la limite de sensibilité de leurs indicateurs (tropéoline, phénolphtaléine, etc.). Ils l'expliquent de la manière suivante. Aux points de contact entre l'électrolyte de la cuvette et la buée par laquelle a lieu le courant de fuite, il y a changement de milieu. Là (supposant la cathode à la feuille d'étain), les ions Na qui transportaient les charges + passent leur charge aux ions H de l'eau distillée, qui les trans-

portent vers la cathode et, déchargés, passent à l'état d'atomes chimiques qui s'unissent aux ions OH pour faire de la soude; en sorte que, lorsque l'anode est au centre de la cuvette, il se produit de la soude, dans la cuvette même, sur ses bords.

Autour de l'anode se dégage du Cl, qui, en raison de l'extrême lenteur de sa production, reste dissous dans la liqueur. Ici, les avis des chimistes sont quelque peu partagés. Mais il semble légitime d'admettre que, même à la lumière diffuse, même dans le temps assez court que dure l'expérience, et peut-être grâce, en partie, aux traces de chaux que contient le sucre ajouté à l'eau de mer, il se forme des composés chlorés acides, particulièrement de l'acide hypochloreux ClOH. S'il en est ainsi, les courants de diffusion portent l'acide et l'alcali à la rencontre l'un de l'autre et les saturent l'un par l'autre. Ce qui semble montrer qu'il en est ainsi, c'est que MM. J. Carvallo et F. Vlès ont pu obtenir une faible action sur l'indicateur au voisinage du point où se forme l'alcali, *à la condition d'ajouter à l'électrolyte de la gélatine qui gêne la diffusion*. Ce fait, celui que la coloration de l'indicateur disparaît quand on agite le liquide et qu'elle ne survit pas à la cessation du courant, démontre indirectement la production d'acide autour de l'anode, d'alcali autour de la cathode et d'acide ou d'alcali, selon le sens du courant, aux points de contact entre l'électrolyte et la buée par où passe le courant de fuite.

Admettons donc, sous les réserves légitimes, qu'il se forme dans mon expérience un alcali, du NaOH, au pôle négatif et un acide, plus probablement du ClOH [1], au pôle positif. Il devient alors possible d'envisager l'hypothèse suivante : dans mon expérience de parthénogenèse électrique, l'action sur les œufs ne serait pas celle de la charge statique du condensateur, mais celle de l'acide et de l'alcali mis en liberté dans l'électrolyte par le faible courant de fuite dû à l'isolement imparfait du condensateur. Ainsi, la parthénogenèse électrique se laisserait ramener à la parthénogenèse chimique par action successive d'un acide et d'un alcali, que j'ai fait connaître dans mon travail de l'an dernier.

Examinons si les particularités de l'expérience sont en faveur de cette hypothèse.

Et d'abord l'acidité et l'alcalinité développées seraient-elles suffisantes?

En ce qui concerne NaOH (ou, plus exactement, l'ensemble des alcalis évalué en soude), le calcul de la formule

$$P = \frac{MQ}{96600}$$

---

(1) Cet acide hypochloreux est extrêmement faible, mais il est possible qu'aux dilutions extrêmes réalisées ici, l'ionisation soit complète et que, de ce fait, disparaisse la différence entre acide faible et acide fort. D'autre part, la présence de la chaux dans la liqueur n'implique pas qu'il soit saturé, car le sel doit être très dissocié.

Il faudrait aussi envisager l'éventualité d'une intervention de cet acide par une action d'une tout autre nature reposant sur son pouvoir oxydant énergique.

donne, pour 1 heure d'action, 112×10^{-8} gramme. La cuvette contenant environ 20^{cm^3}, le liquide contenait, à la fin de l'expérience, par centimètre cube de liquide, $\frac{112 \times 10^{-8}}{20} = 66 \times 10^{-9}$ gramme de NaOH, soit 28×10^{-9} gramme d'ions OH. Or, dans mes expériences de parthénogenèse chimique, je mettais, dans 50^{cm^3} de liquide, 7 gouttes, soit $0^g,35$ d'une solution $\frac{n}{10}$ d'alcali, ce qui donne, en grammes de soude, et par centimètre cube de solution,

$$\frac{0,04 \times 0,1 \times 0,35}{50} = 28 \times 10^{-6},$$

soit 12×10^{-6} gramme d'ions OH. Ce poids est plus de 400 fois (428 fois) plus grand que le précédent.

En ce qui concerne l'acide, pour un temps égal, le nombre d'ions H sera le même que celui des ions OH pour l'alcali. Comme la durée d'action est moitié moindre et que, d'autre part, pour acidifier la liqueur je mettais non plus 7, mais 17 gouttes de solution $\frac{n}{10}$, il en résulte que le rapport 428, trouvé ci-dessus pour l'alcali, devient pour l'acide

$$\frac{428 \times 2 \times 17}{7} = 2079.$$

Ainsi, si l'on cherche à expliquer la parthénogenèse électrique par les actions chimiques développées par le courant de fuite du condensateur, il faut reconnaître d'abord que la quantité d'acide produite est plus de 2000 fois plus faible et la quantité d'alcali plus de 400 fois plus faible que celles qui réalisent l'optimum dans la parthénogenèse chimique.

Cependant, il ne faut pas se hâter de conclure, car plusieurs circonstances interviennent qui peuvent modifier le résultat.

Ces circonstances sont de deux catégories : les unes viennent à l'appui de l'hypothèse, les autres plaident contre elle.

Ces dernières sont au nombre de deux :

1° Les nombres déjà si faibles indiqués ci-dessus pour l'acidité et l'alcalinité développées par le courant de fuite sont des maxima réalisés seulement à la fin de l'expérience. Au début, la modification chimique est nulle et, pour tenir compte de ce fait (d'une manière qui n'a d'ailleurs aucune prétention à une exactitude rigoureuse), il convient de prendre pour quantité moyenne, ayant agi pendant toute la durée de l'expérience, la moitié de la

quantité finale. De ce fait, l'acidification devient plus de 4000 fois trop faible et l'alcalinisation plus de 800 fois.

2° Les ions, déchargés au moment de leur mise en liberté, passent à l'état d'atomes ou de molécules chimiques et ne sont plus attirés vers les pôles opposés; ils diffusent librement dans le liquide et se combinent s'il y a lieu. Ainsi, les acides et les alcalis produits par le courant de fuite simultanément au sein de l'électrolyte peuvent se saturer au moins en partie.

Je vois également deux circonstances appartenant à la seconde catégorie :

1° La première est que les particules salines flottant dans l'atmosphère au bord de la mer peuvent se déposer sur la lame de mica en même temps que la buée et augmenter sa conductibilité dans une mesure qui ne peut être appréciée *a priori*.

2° La seconde circonstance peut être d'importance capitale. Nous avons raisonné jusqu'ici comme si la répartition de l'acide et de l'alcali était uniforme dans le liquide, comme cela a lieu dans le procédé chimique où l'on agite en opérant le mélange.

Dans le procédé électrique, la concentration est maxima au voisinage du point où l'acide ou l'alcali se produisent. Il n'est donc pas impossible que, bien que la concentration moyenne en acide et en alcali soit trop faible pour produire un résultat, il y ait, dans une étroite région, une concentration suffisante pour être efficace.

En accord avec cette vue se trouve le fait qu'il ne se développe qu'une faible proportion des œufs mis en expérience. Il se pourrait que ceux qui se développent fussent précisément ceux qui se sont trouvés au voisinage immédiat de l'électrode. La chose serait aisée à vérifier. Par contre, le pourcentage de ceux qui, sans se développer en blastules, subissent un commencement de segmentation, est considérable et, si l'on admet l'explication ci-dessus pour les œufs qui évoluent en blastules, il devient plus difficile encore d'admettre que ceux qui s'arrêtent dans leur développement aient pu commencer à évoluer sous l'action de quantités d'acide et d'alcali tout à fait infinitésimales.

Dans ces conditions il serait imprudent de conclure. Nous nous trouvons en présence de deux interprétations opposées : l'une attribuant le résultat à l'action des charges statiques, l'autre mettant en cause l'électrolyse produite par le courant de fuite. Le problème très complexe ne peut être résolu que par des expériences méthodiques et irréprochables, au moyen d'un condensateur rigoureusement isolé. Je compte les entreprendre dès que le retour de la belle saison aura mis à ma disposition le matériel biologique nécessaire.

Il ne serait pas prudent d'escompter le résultat de cette expérience, mais il était nécessaire de faire la critique serrée de mes expériences précédentes pour discerner ce qui est certain de ce qui réclame vérification et orienter la suite des recherches dans une direction utile.

PARASITOLOGIE. — *Sur les formes de multiplication endogène de* Hæmogregarina lacertæ. Note de MM. **A. Laveran** et **A. Pettit**.

Dans une Note antérieure [1], nous avons décrit les formes sous lesquelles *Hæmogregarina lacertæ* se présente dans le sang de la grande circulation; parmi ces formes, aucune ne correspond à un stade de multiplication du parasite. C'est d'ailleurs une règle à peu près générale, pour les hémogrégarines, que les stades de multiplication ne se trouvent que dans les capillaires des viscères.

Dès 1886, Danilewsky et Chalachnikow ont annoncé que, chez les lézards infectés par *H. lacertæ*, on trouvait, souvent en grand nombre, dans les reins, plus rarement dans le foie, des éléments qui renfermaient les uns 4, les autres 20 à 24 germes, avec des formes intermédiaires (6 à 10 germes), germes vermiculaires, arrondis à une extrémité, effilés à l'autre, avec un karyosome vers la partie moyenne [2].

Les différences qui existent entre ces éléments au point de vue des dimensions et du nombre de germes inclus rappellent, disent Danilewsky et Chalachnikow, l'existence de macrospores et de microspores chez quelques *Monocystis*.

D'après A. Labbé, chez *Caryolysus lacertarum*, la phase d'enkystement est précédée d'une conjugaison et il existe des cytocystes de deux sortes dans la rate : cytocystes à macro et à microsporozoïtes. Chez *Hæmogregarina Lacazei*, A. Labbé signale une seule sorte de cytocystes [3]. Nous avons dit précédemment que le genre *Caryolysus* ne nous semblait pas devoir être conservé [4]. A. Labbé n'assigne aucun rôle spécial aux macro et aux microsporozoïtes; après Danilewsky et Chalachnikow, il compare ces deux formes aux kystes à macro et à microspores du *Monocystis* du lombric.

---

(1) *Comptes rendus*, 14 décembre 1908.

(2) *Archives slaves de Biologie*, 15 mars 1886, tiré à part, p. 31.

(3) A. Labbé, *Arch. Zoologie expérim.*, 1894 et Art. Sporozoa in *Tierreich*, Berlin, 1899.

(4) *Comptes rendus*, 14 décembre 1908.

Les descriptions de Max Lühe [1] sont conformes à celles de A. Labbé, à cela près que Lühe emploie les dénominations de macro et de micromérozoïtes au lieu de celles de macro et de microsporozoïtes. Il paraît logique, en effet, d'adopter le mot de *mérozoïtes* pour désigner les éléments provenant de la multiplication endogène des hémogrégarines.

Sambon admet que, chez *Lacerta viridis*, *L. agilis* et *L. ocellata*, on trouve des formes de schizogonie dans la rate, le foie et les reins. Les cytocystes ovales, de 14^{μ} à 30^{μ} de long, renferment des macromérozoïtes (12^{μ} de long sur 3^{μ} à 4^{μ} de large, au nombre de 4 à 25) ou des micromérozoïtes nombreux (8^{μ} de long sur 2^{μ} de large) [2].

Chez 3 *L. viridis* infectés dont nous avons examiné les viscères, l'existence de kystes a été constatée dans le foie (3 fois), dans les reins (2 fois), dans les poumons (2 fois). L'examen de la rate et de la moelle osseuse a été négatif.

Chez 3 *L. muralis*, les kystes ont été trouvés, dans le foie (3 fois) et dans les reins (1 fois). L'examen des poumons, de la rate et de la moelle osseuse a été négatif.

C'est donc dans les capillaires du foie et ensuite dans ceux des reins que les kystes ont été rencontrés le plus souvent.

Chez un des *L. muralis*, nous avons vu nettement des kystes à grands et à petits éléments correspondant aux kystes à macro et à micromérozoïtes des Auteurs.

Nous avons étudié les kystes dans des frottis ou sur des coupes histologiques des viscères. Les frottis sont préférables quand il s'agit d'examiner la forme des kystes et des mérozoïtes et de compter ces derniers; les coupes permettent de déterminer la situation des kystes.

L'hémogrégarine, qui est sur le point de se diviser, s'enkyste et prend une forme ovalaire. Le karyosome se divise en 2, 4, 8, 16 parties et les karyosomes de nouvelle formation, souvent irréguliers, émigrent à la périphérie; le protoplasme est bourré de grosses granulations (*fig.* 1 et 2).

Les kystes arrivés à leur développement complet sont en général ovalaires; ils mesurent 20^{μ} à 28^{μ} de long sur 12^{μ} de large; on trouve aussi des kystes sphériques de 20^{μ} de diamètre environ. A l'intérieur des kystes on distingue, après coloration par le Giemsa ou par l'hématéine-éosine, des mérozoïtes dont le nombre et les dimensions sont assez variables.

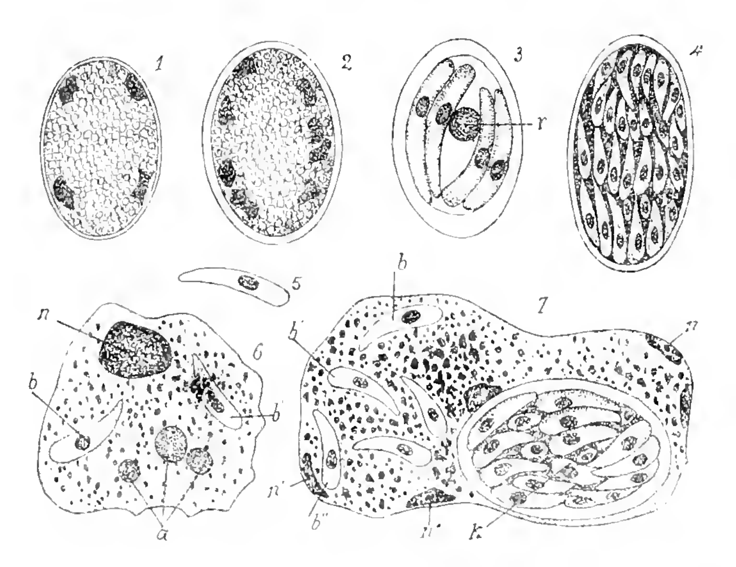
A leur première phase de développement, les mérozoïtes, qui mesurent 4^{μ} à 5^{μ} de long, ont la forme d'un ovale allongé; un karyosome arrondi existe vers la partie moyenne. Rapidement les mérozoïtes s'allongent et atteignent 7^{μ} à 8^{μ} de long sur 1^{μ} à $1^{\mu},5$ de large; en même temps une des extrémités s'effile et l'axe du corps s'infléchit (*fig.* 5). Le nombre des mérozoïtes varie de 16 à 32. Dans chaque mérozoïte on distingue un karyosome arrondi ou ovalaire.

Ces kystes, qui correspondent aux kystes à micromérozoïtes, sont ceux que nous

(1) MAX LÜHE. *Die im Blute schmarotzenden Protozoen*, p. 208. Leipzig, 1906.

(2) SAMBON in *Tropical Diseases* de P. Manson, 4e édition, p. 821.

avons observés le plus souvent; la figure 4 représente un de ces kystes dessiné dans un frottis du foie d'un *L. muralis*. Dans les frottis du foie du même lézard, nous avons rencontré des kystes à macromérozoïtes; la figure 3 représente un de ces kystes. Le nombre des éléments, qui est de 4 seulement dans ce cas, peut s'élever à 8, 12, 16. Les mérozoïtes ont le même aspect que ceux des kystes à micromérozoïtes, à cela près qu'ils sont plus grands : 10^{μ} à 11^{μ} de long sur 2^{μ} à $2^{\mu},5$ de large.



Hæmogregarina lacertæ. — Les éléments 1 à 6 ont été dessinés dans les frottis du foie d'un *L. muralis*. — 1 et 2, hémogrégarines en voie de division. — 3, kyste à macromérozoïtes; *r*, reliquat. — 4, kyste à micromérozoïtes. — 5, un mérozoïte libre. — 6, élément pigmenté dans lequel on distingue deux mérozoïtes *b*, *b'*; *n*, noyau; *a*, corps sphériques colorés en bleu clair. — 7, élément pigmenté dessiné sur une coupe du foie de *L. viridis*, dans un capillaire sanguin; on distingue à l'intérieur un kyste à mérozoïtes *k* et des mérozoïtes libres *b*, *b'*, *b''*; *n*, *n'*, *n''* noyaux. Gross. : 1500 D environ.

On distingue un noyau de reliquat (*r*, *fig.* 3) qui semble souvent faire défaut dans les kystes à micromérozoïtes, peut-être parce qu'il est plus difficile à voir au milieu des mérozoïtes serrés les uns contre les autres.

Les kystes sont minces, transparents, anhistes; il existe entre la paroi kystique et la masse des mérozoïtes un espace clair plus ou moins grand.

Sur les coupes du foie, des reins et des poumons, on constate que les kystes sont toujours situés dans les capillaires sanguins. A côté de kystes libres dans ces vaisseaux, on trouve, principalement dans le foie, des éléments pigmentés qui renferment tantôt des mérozoïtes libres en nombre variable, tantôt un kyste entier et aussi des mérozoïtes libres. Ces éléments pigmentés qui se rencontrent également dans les frottis, sont de formes et de dimensions très variables. A côté d'éléments qui ressemblent à des leucocytes (*fig.* 6), on voit de grands éléments souvent ramifiés comme les capillaires, qui paraissent s'être développés aux dépens de l'endothélium vasculaire; les noyaux, disposés à la périphérie, ont l'aspect des noyaux de cet endothélium (*fig.* 7).

Le pigment noir est parfois si abondant qu'il gène l'examen des mérozoïtes inclus. En dehors du pigment, on trouve souvent des corpuscules sphériques de dimensions variables qui se colorent en bleu pâle par le Giemsa (*a fig.* 6).

Chez les lézards non infectés d'hémogrégarines, il existe, dans les capillaires du foie notamment, des cellules endothéliales pigmentées dont les grands éléments pigmentés que nous venons de décrire dérivent apparemment.

Ces éléments pigmentés agissent-ils comme des macrophages et s'emparent-ils de mérozoïtes libres et parfois de kystes entiers? Ou bien faut-il admettre que certaines hémogrégarines pénètrent dans ces éléments et s'y enkystent, et que des mérozoïtes libres peuvent également s'y introduire? A l'appui de cette dernière hypothèse, on peut dire que les kystes et les mérozoïtes libres contenus dans les éléments pigmentés ont souvent un aspect normal.

La présence de kystes à macro et à micromérozoïtes signalée déjà par différents observateurs n'est pas d'une interprétation facile.

L'existence d'une infection double, par deux espèces d'hémogrégarines chez les lézards qui présentent les deux formes de kystes, est improbable, l'aspect des hémogrégarines étant le même chez ces lézards que chez ceux dans les viscères desquels on ne rencontre qu'une forme kystique.

A. Lutz, qui a trouvé chez des Ophidiens infectés d'hémogrégarines deux espèces de kystes, a émis l'opinion que ces hémogrégarines avaient des formes sexuées et que les éléments mâles donnaient des kystes à petits mérozoïtes, les éléments femelles des kystes à grands mérozoïtes [1]. L'existence de formes sexuées n'est pas établie pour *H. lacertæ*; d'autre part, il est difficile d'admettre que des hémogrégarines mâles et femelles se multiplient indépendamment les unes des autres par schizogonie; enfin, s'il y avait des kystes à éléments mâles et d'autres à éléments femelles, ces deux espèces de kystes devraient toujours être bien distinctes, alors qu'on rencontre, au moins chez les lézards, des formes intermédiaires.

Une dernière hypothèse, assez vraisemblable, est que la division des hémogrégarines enkystées ne se fait pas suivant une règle immuable, les mérozoïtes pouvant se former alors que le karyosome est divisé en 4 ou 8, tandis que d'autres fois, le karyosome continuant à se diviser, il se produit des mérozoïtes plus nombreux et plus petits que dans le premier cas. L'existence de formes intermédiaires entre les kystes types à macro et à micromérozoïtes s'explique facilement dans cette hypothèse, de même que l'absence, dans beaucoup de cas, d'une des espèces de kystes. Les conditions thermiques qui activent ou retardent l'évolution des hémogrégarines

---

(1) A. Lutz, *Centralbl. f. Bakter.*, I. Abt., t. XXIX, 1901, p. 397.

et la période à laquelle l'infection est parvenue, sont sans doute les principales causes de ces variations.

Il est bien probable que *H. lacertæ* accomplit une phase de son évolution chez les Ixodes (Schaudinn, Lühe, Sambon) qui propagent l'infection, mais les données précises font défaut. L'examen de deux petits Ixodes capturés sur des *L. viridis* infectés ne nous a révélé, dans le tube digestif, l'existence d'aucun élément parasitaire pouvant être interprété comme une forme d'évolution de *H. lacertæ*.

Sir **George Howard Darwin** fait hommage à l'Académie de deux Volumes de ses *Scientific papers : Oceanic tides and Lunar disturbance of gravity* et *Tidal friction and cosmogony*.

CORRESPONDANCE.

MM. **Paul Gaubert**, **Ch. Nordmann**, **Pierre Puiseux**, **Émile Rivière** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

Le **Président du premier Congrès international du Froid** remercie l'Académie d'avoir bien voulu déléguer trois de ses membres pour prendre part à ses travaux et l'invite à désigner des délégués qui la représenteront à l'Assemblée générale constitutive de l'*Association internationale du Froid*.

L'Académie délègue MM. **Haller**, **Dastre** et **Alfred Picard**.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Guide du calculateur* (*Astronomie, Géodésie, Navigation*), par M. J. Boccardi. (Présenté par M. Radau.)

2° *Corso di idraulica, teoretica e pratica*, par M. U. Masoni.

3° *La Côte d'Azur russe*, par M. E.-A. Martel.

M. **Édouard Bureau** prie l'Académie de le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section de Botanique, par suite de l'élection de M. *Ph. van Tieghem* aux fonctions de Secrétaire perpétuel.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le troisième trimestre de* 1908. Note de M. J. GUILLAUME.

Il y a eu 67 jours d'observation dans ce trimestre et il en résulte les principaux faits suivants :

Taches. — Par rapport au deuxième trimestre, le nombre des groupes est peu différent (65 au lieu de 62), mais leur surface totale a presque doublé : on a, effectivement, 7893 millionièmes au lieu de 4357. La diminution d'activité qui s'est manifestée au mois de juillet (le 12 il n'y avait qu'un groupe formé de trois taches très petites) a été suivie d'une recrudescence très grande au mois d'août, et il faut remonter à l'époque du dernier *maximum*, en 1905, pour retrouver un tel développement de l'aire tachée.

On a noté la visibilité à l'œil nu de cinq taches ou groupes de taches, qui sont les suivants du Tableau I :

Août	4,7	à	— 16°	de latitude
»	6,6	à	+ 11°	»
»	31,2	à	+ 7°	»
Septembre	9,0	à	— 6°	»
»	10,1	à	+ 12°	»

Le même fait, depuis le maximum, s'est présenté le premier trimestre de 1907.

Enfin, dans leur répartition entre les deux hémisphères, on a enregistré 38 groupe au Sud au lieu de 41 précédemment, et 27 au Nord au lieu de 21.

Régions d'activité. — En ce qui concerne les facules, on a noté également un nombre de groupes plus élevé, mais une surface moindre : on a, en effet, 114 groupes au lieu de 111, et 127,8 millièmes au lieu de 134,6.

Leur répartition est de 68 groupes au lieu de 72 au sud de l'équateur, et de 46 au lieu de 39 au nord.

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Juillet 1908. — 0,00.			
1	1	1,8	—11		2
28- 4	7	3,8		+14	20
1- 4	4	4,8	— 2		18
3- 4	2	7,5	—11		8
7-13	3	9,0		+12	9
4	1	9,5	—21		4
4-11	4	9,8		+10	8
11	1	10,1	—22		3
7-12	6	10,8		+10	38
15-18	3	13,5	—15		116

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Juillet (suite).			
18-24	5	18,9	— 3		136
18-24	5	19,2		+13	81
15-25	8	20,3	—21		53
16	1	20,3	—12		5
18-21	2	22,4	—13		10
18	1	23,3	— 6		5
28	1	25,4	— 7		11
21-27	6	25,6		+ 9	15
22- 1	10	28,1	—18		113
	24 j.		—12°,5	+11°,3	

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Août. — 0,00.			
4- 8	3	4,0	−10		5
29-10	11	4,7	−16		838
1-10	8	4,8		+ 8	293
10-11	2	6,0	−17		36
31-12	11	6,6		+11	618
4-13	9	7,7	− 8		347
13-14	2	9,9	−11		10
17	1	13,4		+12	3
8	1	13,4	−18		7
12-19	5	13,5	− 6		448
14	1	13,9		+10	21
14	1	15,0		+14	5
12-22	7	18,1	−15		36
21-22	2	19,0	−22		17
14-24	7	19,9	−17		150
17-22	5	20,3		+17	32
17	1	20,6		+ 2	3
22-24	2	22,8		+ 3	3
22-28	5	23,4	−19		77
27	1	24,6		+ 1	12
27-29	3	25,3	− 8		5
26-29	4	28,4	−13		8
24- 5	10	31,2		+ 7	1047
26- 5	9	31,6	−13		441
	23 j.		−13°,8	+8°,5	

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Septembre. — 0,00.			
26-31	5	1,3		+18	25
27-31	4	1,8	−17		30
5	1	2,5	−10		6
29- 7	7	2,9		+13	70
28- 8	9	3,3	− 7		263
2	1	4,5		+18	3
2-14	10	9,0	− 6		455
7-12	4	8,7		+ 9	38
4-14	8	10,1		+12	512
8-18	9	12,5	−12		54
17-18	2	14,4	−16		55
17	1	15,7	−15		4
11-22	8	16,3	− 2		183
14-21	7	20,3		+ 8	453
17-28	7	22,7	−13		70
20	1	23,1		+ 6	13
18-24	4	24,5		+15	99
22- 1	7	25,9		+ 8	88
22- 2	8	26,7		+ 9	263
26	1	28,6	−12		4
29- 5	3	30,3		+ 7	41
24- 1	6	30,4	− 7		47
	20 j.		−10°,6	+11°,2	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

1908.	Sud. 90°-40°	40°-30°	30°-20°	20°-10°	10°-0°	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Juillet	»	»	3	6	4	13	6	3	3	»	»	»	19	655
Août........	»	»	1	9	4	14	10	6	4	»	»	»	24	4462
Septembre ..	»	»	»	6	5	11	11	6	5	»	»	»	22	2776
Totaux ...	»	»	4	21	13	38	27	15	12	»	»	»	65	7893

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

1908.	Sud. 90°-40°	40°-30°	30°-20°	20°-10°	10°-0°	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Juillet	»	»	6	10	8	24	18	4	11	3	»	»	42	43,8
Août........	»	»	6	12	7	25	13	7	6	»	»	»	38	44,9
Septembre ..	»	»	2	10	7	19	15	7	8	»	»	»	34	39,1
Totaux ...	»	»	14	32	22	68	46	18	25	3	»	»	114	127,8

GÉOMÉTRIE. — *Sur la cyclide de Lie.* Note de M. A. DEMOULIN.

Conservant toutes les notations de notre Note du 30 novembre 1908, nous allons étudier l'enveloppe des cyclides de Lie relatives aux différents points d'une surface.

Lorsque *u* varie seul, la caractéristique de (Λ) se compose du cercle (Ω') compté deux fois et de deux lignes de courbure (Ω_1) et (Ω_2). Les centres C_1 et C_2 des sphères (S_{C_1}) et (S_{C_2}) circonscrites à (Λ) suivant (Ω_1) et (Ω_2) sont situés sur (Γ) (¹).

Lorsque *v* varie seul, la caractéristique de (Λ) se compose du cercle (Ω) compté deux fois et de deux lignes de courbure (Ω'_1) et (Ω'_2). Les centres C'_1 et C'_2 des sphères $(S_{C'_1})$ et $(S_{C'_2})$ circonscrites à (Λ) suivant (Ω_1) et (Ω'_2) sont situés sur (Γ').

Soient M_1 et M_2 les points d'intersection de (Ω_1) avec (Ω'_1) et (Ω'_2), et M_3 et M_4 les points d'intersection de (Ω_2) avec (Ω'_2) et (Ω'_1). Il est clair que (Λ) touche son enveloppe aux points M_1, M_2, M_3, M_4. Soient (M_1), (M_2), (M_3), (M_4) les surfaces décrites respectivement par ces points. Les couples (M_1), (M_2); (M_2), (M_3); (M_3), (M_4); (M_4), (M_1) constituent les enveloppes des sphères (S_{C_1}), $(S_{C'_2})$, (S_{C_2}), $(S_{C'_1})$.

Lorsque u varie seul, la conique (Γ) *admet une enveloppe qu'elle touche aux points* C_1 *et* C_2. En effet, si *u* varie seul, une partie de la caractéristique de (Λ) est le cercle (Ω); or, la sphère (S_{C_1}) est circonscrite à (Λ) suivant (Ω_1); donc la caractéristique de (S_{C_1}) est le cercle (Ω_1); par suite, la tangente à la courbe (C_{1v}) au point C_1 coïncide avec l'axe du cône de révolution du sommet C_1 qui passe par (Ω_1); or, ce cône renferme (Γ'); donc son axe est la tangente en C_1 à (Γ). Dès lors, (Γ) touche (C_{1v}) en C_1. On démontrera de même que (Γ) touche (C_{2v}) en C_2. On déduit facilement de là que C_1C_2 *est la caractéristique du plan* ω *lorsque u varie seul.*

La droite CG engendre une congruence; ses points focaux sont le point C et le centre O de la sphère osculatrice de (M_v) en M. Le plan ω est le plan tangent en O à la surface (O), lieu du point O. *La caractéristique de ce plan lorsque u varie seul est, dès lors, la tangente à la courbe* (O_u).

(¹) Ces propriétés, de même que d'autres qui seront indiquées plus bas, se déduisent, par l'application de la transformation de Lie, de résultats concernant la quadrique de Lie que nous avons fait connaître dans notre Note du 14 septembre 1908.

En rapprochant les deux résultats précédents, on voit que *la tangente à la courbe* (O_u) *coupe la conique* (Γ) *aux points* C_1 *et* C_2.

De même, si l'on désigne par O' le centre de la sphère osculatrice de (M_u) en M, *la tangente à la courbe* (O'_v) *coupe la conique* (Γ') *aux points* C'_1 *et* C'_2.

Envisageons à présent le cas où le point C'_2 coïncide avec le point C'_1. Alors la conique (Γ') et la courbe (C'_{1u}) ont, en C'_1, même axe de courbure. D'autre part, la conique (Γ') et la courbe (C'_v) ont, en C', même axe de courbure. Par suite, en vertu d'un théorème dû à M. Darboux (*Leçons*, 4e Partie, p. 38), *sur la surface* (O'), *lieu du point* O', *le réseau conjugué* (u, v) *a ses invariants ponctuels égaux*.

Puisque C'_2 coïncide avec C'_1, le cercle (Ω'_2) coïncide avec le cercle (Ω'_1), et les surfaces (M_2) et (M_3) coïncident respectivement avec les surfaces (M_1) et (M_4). La sphère (S_{C_1}) est une sphère principale de la surface (M_1); la ligne de courbure qui lui correspond est tangente au cercle (Ω_1) et son équation est de la forme $u =$ const. De même, la sphère (S_{C_2}) est une sphère principale de la surface (M_4); la ligne de courbure qui lui correspond est tangente au cercle (Ω_2) et son équation est aussi de la forme $u =$ const. Par suite, *sur les surfaces* (M_1) *et* (M_4), *qui sont les deux nappes de l'enveloppe de la sphère* $(S_{C'_1})$, *les lignes de courbure se correspondent.*

Parmi les surfaces (M) considérées, il y en a pour lesquelles le point C_2 coïncide avec le point C_1. Alors (Ω_2) coïncide avec (Ω_1) et la surface (M_4) coïncide avec la surface (M_1). Les centres de courbure principaux de (M_1) en M_1 sont les points C_1 et C'_1; les lignes de courbure qui passent en M_1 sont tangentes aux cercles (Ω_1) et (Ω'_1), et leurs équations sont respectivement de la forme $u =$ const., $v =$ const. On voit que sur les surfaces (M) et (M_1) les lignes de courbure se correspondent. En outre, les sphères (S_{C_1}) et $(S_{C'_1})$ sont respectivement tangentes aux sphères principales $(S_{C'})$ et (S_C) de centres C' et C.

La conique (Γ) et la courbe (C_{1v}) ont, en C_1, même axe de courbure. D'autre part, la conique (Γ') et la courbe (C'_{1u}) ont, en C'_1, même axe de courbure. Par suite, les coniques analogues à (Γ) et (Γ'), relatives au point M_1, sont précisément les coniques (Γ) et (Γ'). Dès lors, les cyclides de Lie relatives aux points M et M_1 ayant même développée sont parallèles; or, elles se touchent en M_1, donc elles coïncident.

La tangente à (C_{1v}) en C_1 est l'axe de la ligne de courbure (M_{1u}); or, cette droite est l'axe du cercle (Ω_1); concluons de là que le cercle (Ω_1) est le cercle osculateur de (M_{1u}). De même, (Ω'_1) est le cercle osculateur de (M_{1v}).

Le point O, centre de la sphère osculatrice à (M_v), est aussi le centre de la sphère osculatrice à (M_{1u}). Ces sphères coïncident, car elles renferment respectivement les cercles (Ω) et (Ω_1), lesquels se coupent aux points D'_1 et D'_2. De même, les sphères osculatrices des lignes de courbure (M_u) et (M_{1v}) coïncident.

La droite OC_1 coupe la tangente à (M_{1v}) au centre de courbure géodésique G_1 de (M_{1u}) et la droite $O'C'_1$ coupe la tangente à (M_{1u}) au centre de courbure géodésique G'_1 de (M_{1v}).

La tangente à la courbe (G_u) et la tangente à la courbe (G_{1v}) coïncident, car elles passent toutes deux par les points D_1 et D_2. Dès lors, la droite GG_1 a pour foyer les points G et G_1, et les développables qu'elle engendre correspondent aux lignes de courbure des surfaces (M) et (M_1). De même, la droite $G'G'_1$ a pour foyers les points G' et G'_1, et les développables qu'elle engendre correspondent aussi aux lignes de courbure des surfaces (M) et (M_1).

Des considérations qui précèdent il résulte que les hexagones

$$CC'O'C'_1C_1O \quad \text{et} \quad MGG_1M_1G'_1G'$$

jouissent des propriétés suivantes :

Hexagone $CC'O'C'_1C_1O$. — 1° Sur chacune des surfaces décrites par les sommets de cet hexagone, le réseau (u, v) est conjugué et les tangentes aux courbes de ce réseau sont les côtés de l'hexagone qui se coupent au sommet considéré. Dès lors, si l'on applique à un quelconque de ces réseaux la transformation de Laplace, après six telles transformations on retrouvera le réseau initial. — 2° Sur les surfaces (O) et (O'), les réseaux (u, v) ont leurs invariants ponctuels égaux, et les coniques de M. Darboux, relatives aux points O et O', sont focales l'une de l'autre. — 3° Les congruences engendrées par les côtés CC' et $C_1C'_1$ sont normales.

Hexagone $MGG_1M_1G'_1G'$. — 1° Même propriété qu'au 1° ci-dessus. — 2° Sur les surfaces (M) et (M_1), les réseaux (u, v) sont orthogonaux. — 3° Les côtés GG_1, $G'G'_1$ sont orthogonaux. — 4° Chaque sommet de cet hexagone est situé sur un des côtés de l'hexagone $CC'O'C_1C'_1O$.

J'ajoute que les côtés MG, GG_1, G_1M_1, $M_1G'_1$, G'_1G', $G'M$ de l'hexagone $MGG_1M_1G'_1G'$ sont respectivement parallèles aux normales aux surfaces décrites par les sommets C, O', C'_1, C_1, O, C de l'hexagone $CC'O'C'_1C_1O$ et que les côtés CC', C'O', $O'C'_1$, C'_1C_1, C_1O, OC de ce dernier hexagone sont parallèles aux normales aux surfaces décrites par les sommets M, G, G_1, M_1, G_1, G' de l'hexagone $MGG_1M_1G'_1G'$. Ces relations entre les deux hexagones sont bien d'accord avec la loi d'orthogonalité de M. Guichard.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les singularités des fonctions analytiques.* Note de M. **Paul Dienes**, présentée par M. Émile Picard.

1. Nous avons des méthodes fort précises pour la sommation des séries divergentes, grâce aux travaux de Cesàro et surtout à ceux de M. Borel. L'application la plus importante de ces méthodes est la détermination simple de la valeur d'une fonction analytique en un point *régulier* situé sur son cercle de convergence ou même en dehors de ce cercle. Dans cette Note nous allons montrer que ces méthodes peuvent rendre des services aussi dans l'étude des singularités.

On sait qu'en cheminant, dans le cercle de convergence ou sur le cercle, vers un point singulier d'ordre négatif (dans le sens de M. Hadamard), on obtient toujours une limite bien déterminée. Nous dirons que cette limite est la valeur de la fonction en ce point. Supposons que le rayon de convergence soit l'unité.

Dans le cas où les coefficients a_n de la série donnée tendent vers zéro, la série est convergente dans tous les points d'ordre négatif.

Soient r un nombre quelconque réel, positif, et x_0 l'affixe d'un point d'ordre négatif situé sur le cercle de convergence.

Si

$$\lim_{n=\infty} \frac{a_n}{n^r} = 0, \tag{1}$$

les $r^{\text{ièmes}}$ moyennes arithmétiques σ_n^r des sommes

$$s_n = a_0 + a_1 x_0 + \ldots + a_n x_0^n$$

ont une limite pour n infini, et cette limite représente la valeur de la fonction en ce point (singulier).

Dans le cas le plus général, où les coefficients sont quelconques, *la limite généralisée des s_n* (au sens de M. Borel) *existe et représente la valeur de la fonction en ce point* (singulier).

2. Supposons maintenant que x_0, ou, pour plus de simplicité, le point 1, soit un pôle ou point critique algébrique, de sorte que dans le voisinage de 1 on ait

$$f(x) = \frac{B_k}{(1-x)^k} + f_1(x),$$

où B_k est une constante, k un nombre réel quelconque (excepté les entiers négatifs qui, d'ailleurs, ne sont pas intéressants), l'ordre de $f_1(x)$ étant inférieur à k au point 1. En ce cas :

Pour que la limite

$$\lim_{n=\infty} \frac{\sigma_n^{r-k}}{n^k} = \frac{\Gamma(r)}{\Gamma(r+k)} B_k$$

existe, c'est-à-dire pour que B_k *puisse être déterminé par les moyennes d'ordre* $r-k$, *il faut et il suffit que les coefficients satisfassent à* (1).

Nous remarquons le fait intéressant que la détermination d'une singularité d'ordre plus élevé exige des moyens moins compliqués que le calcul en un point ordinaire.

Dans le cas général où les coefficients sont quelconques, nous nous servons de nouveau de la sommation exponentielle de M. Borel.

Supposons que le point 1 soit un pôle d'ordre k, situé sur le polygone de sommabilité, et soit $S(a)$ la somme exponentielle formée en ce point. Cela posé, *la limite*

$$\lim_{a=\infty} \frac{S(a)}{a^k} = \frac{B_k}{k!}$$

existe et permet de calculer le coefficient B_k *de la partie principale.*

Le théorème se généralise encore à l'aide des sommations exponentielles généralisées.

3. Enfin, nous indiquons que la méthode de Cesàro nous a permis de décider par un exemple une question assez importante dans l'étude des singularités. M. Borel [1] a montré sur un exemple que l'ordre de la fonction sur son cercle de convergence et le degré d'infinitude sur le cercle (qui sont les deux notions fondamentales rattachant aux singularités) peuvent être différents dans le cas où les coefficients sont à croissance irrégulière. L'exemple

$$f(x) = \sum_{n=0}^{n=\infty} (-1)^{\varepsilon(\sqrt{n})} x^n,$$

où $\varepsilon(\sqrt{n})$ est la partie entière de $\sqrt{n}$, nous montre que *l'ordre* (ici égal à 1) *peut fort bien surpasser le degré d'infinitude* (ici égal à $\frac{1}{2}$ au plus) *même dans le cas où les modules des coefficients sont à croissance régulière.*

---

[1] E. Borel, *Leçons sur les séries à termes positifs*, p. 77.

Cela nous montre que *l'influence des arguments* des coefficients sur l'allure de la fonction sur son cercle de convergence est beaucoup plus profonde qu'on n'aurait pu le croire. Un problème nouveau et général se pose donc : *Déterminer les bornes et les caractères de l'influence des arguments sur les propriétés générales de la fonction.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales multiformes des équations différentielles du premier ordre.* Note de M. **Pierre Boutroux**, présentée par M. P. Painlevé.

Les intégrales des équations différentielles sont (à part quelques exceptions) des fonctions multiformes possédant une infinité de points critiques. C'est pourquoi, avant même de chercher une expression analytique de ces fonctions, il importe de nous représenter, sous une forme aussi claire que possible, le mécanisme suivant lequel s'échangent les diverses branches d'une même intégrale. Je voudrais indiquer ici la méthode que j'ai suivie pour saisir ce mécanisme sur le vif, méthode qui semble atteindre son but dans les cas particuliers que j'ai étudiés jusqu'à présent.

Soit, par exemple, considérée l'équation

$$\frac{dy}{dx} = A_0 + A_1 y + A_2 y^2 + A_3 y^3, \tag{1}$$

où les A sont des polynomes en x. L'intégrale générale de cette équation est une certaine fonction de x et d'une constante arbitraire $y = f(x, C)$. Considérons une intégrale particulière Y correspondant à la valeur $\overline{C}$ de C, et envisageons, au voisinage d'une valeur $\overline{x}$ un ensemble de déterminations différentes

$$Y_0 = f_0(x, \overline{C}), \qquad Y_1 = f_1(x, \overline{C}), \qquad \ldots$$

de l'intégrale Y. Il existe des valeurs $\overline{C_1}$, $\overline{C_2}$ de la constante C telles que l'on ait

$$f_1(x, \overline{C}) = f_0(x, \overline{C_1}), \qquad f_2(x, \overline{C}) = f_0(x, \overline{C_2}), \qquad \ldots.$$

On peut donc dire que l'ensemble des déterminations de Y en un point fixe $\overline{x}$ est obtenu en opérant sur $\overline{C}$, dans la formule

$$\overline{Y} = f_0(x, \overline{C}),$$

un certain ensemble de substitutions (S). Or il y a une infinité de manières

d'écrire l'intégrale générale sous la forme $y = f(x, C)$, puisqu'on peut prendre comme constante d'intégration tout paramètre dont la valeur détermine une intégrale particulière de l'équation. D'où la question : *Est-il possible de choisir le paramètre C de manière à ramener les substitutions (S) à des substitutions fondamentales qu'on sache étudier?*

La difficulté réside, on le voit, dans le choix d'un paramètre d'intégration convenable ; car nous devons dire tout de suite que *la constante généralement adoptée (valeur initiale y_0 de y pour une valeur donnée x_0 de x) ne satisfait nullement à la condition que nous avons posée.* Il nous faut donc trouver un autre paramètre, ou, peut-être, plusieurs paramètres, qui nous serviront l'un après l'autre : rien ne nous oblige, en effet, à étudier en même temps toutes les substitutions (S), [c'est-à-dire toutes les déterminations de l'intégrale $y(x)$]; nous pouvons répartir ces substitutions (ces déterminations) entre plusieurs groupes que nous considérerons séparément; après quoi il ne nous restera plus qu'à définir les substitutions qui permettent de passer d'un groupe à l'autre.

Or il nous sera facile d'isoler, de prime abord, certains ensembles de déterminations de $y(x)$ qui remplissent les conditions requises. On sait que les équations (1) ne présentent, comme singularités situées à distance finie, que des points critiques algébriques et des points de Briot et Bouquet au voisinage desquels l'étude de y se ramène à l'étude de certaines équations de la forme

$$(x-\alpha)\frac{dt}{dx} = \lambda_1 t + a_1(x-\alpha) + \lambda_2 t^2 + \ldots.$$

On sait, de plus, que, si la partie réelle de λ est positive, t est représentable autour de α, par un développement procédant suivant les puissances entières de $(x-\alpha)$ et de $C'(x-\alpha)^{\lambda_1}$, C étant une constante d'intégration. Imaginons alors que nous tournions indéfiniment autour de α de manière à engendrer une infinité de déterminations de l'intégrale : *les substitutions de C' correspondant à ces déterminations sont toutes des produits de la substitution fondamentale* $(C', e^{2i\pi\lambda_1}C')$.

Les recherches que j'ai faites sur les points de Briot et Bouquet présentés par les équations (1) m'ont permis de déterminer exactement le mécanisme des permutations qui s'opèrent au voisinage de ces points et m'ont montré ceci : *au point transcendant correspondent deux nombres λ'_1, λ'_2 liés par la relation $\lambda_1'^{-1} + \lambda_2'^{-1} = -1$, et deux paramètres d'intégration C'_1, C'_2, liés par la relation*

$$C_1^{\lambda_1'^{-1}} = C_2^{\lambda_2'^{-1}}$$

[*sauf pour un ensemble de valeurs rationnelles exceptionnelles* [1] *des* λ']; *toutes les substitutions* (S) *correspondant aux permutations opérées au voisinage de* α *se ramènent aux deux substitutions fondamentales*

$$(C'_1, e^{2i\pi\lambda'_1} C_1), \quad (C_2, e^{2i\pi\lambda'_2} C'_2).$$

A l'infini, les intégrales de (1) peuvent présenter un point transcendant, qui ne soit pas point de Briot et Bouquet. J'ai déterminé, dans ce cas encore, le mécanisme des permutations opérées autour du point transcendant, mécanisme auquel correspondent certaines substitutions de nouveaux paramètres d'intégration. Mais je me suis surtout efforcé d'approfondir l'étude des cas où le point $x = \infty$ est un point de Briot et Bouquet, près duquel les branches d'intégrale ont une croissance rationnelle [2]. Plus particulièrement, j'ai considéré l'équation

$$(2) \qquad y = z^{-1}, \qquad z\frac{dz}{dx} + az - 2(x-\alpha)(x-\beta)(x-\delta) = 0,$$

qui est l'une des plus simples parmi les équations (1) non intégrables.

L'étude des singularités transcendantes de (2) conduit à considérer huit équations de Briot et Bouquet, (deux par point transcendant) auxquelles correspondent huit exposants $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda'''_1, \lambda'''_2$ (pour $x = \infty$, $\lambda_1 = \lambda_2 = 2$) et huit paramètres $C_1, C_2, \ldots, C'''_1, C'''_2$ (les deux premiers pour l'infini). Pour chaque paramètre, nous avons un groupe de substitutions très simple. Tout revient donc à chercher *comment les huit paramètres sont fonctions les uns des autres*. Si nous savions déterminer les singularités d'une fonction telle que $C_1(C'_1)$, si nous démontrions, par exemple, que ces singularités sont en nombre fini, nous lèverions la plus grosse des difficultés qui s'opposent à l'étude des équations (2).

Ce qui rend fort compliquée la théorie des équations différentielles, c'est l'existence des points critiques algébriques, qui semblent n'être distribués suivant aucune loi définissable. C'est à cause de l'embarras où nous mettent ces points que M. Painlevé s'est attaché à déterminer les équations qui en sont dépourvues. Mais l'on peut se demander s'il ne suffirait pas de savoir exactement ce qui se passe au voisinage des points transcendants pour en déduire ce qui se passe dans tout le plan. L'étude des substitutions (S) serait

(1) Les cas exceptionnels peuvent, eux aussi, être complètement étudiés.

(2) *Cf.* mes *Leçons sur les fonctions définies par les équations différentielles du premier ordre*, Chap. II.

alors ramenée à l'étude des substitutions subies par les paramètres C'_1, C'_2, ..., que nous avons définis.

J'espère montrer prochainement que, dans certains cas tout au moins, cette réduction est possible.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la condition pour que sept droites soient situées sur une surface du quatrième degré.* Note de M. **E. Traynard**, présentée par M. P. Painlevé.

La surface du 4e degré la plus générale dépend de 35 paramètres homogènes; par conséquent il existe une relation entre 7 droites tracées sur elles. Cayley [1] a signalé l'existence de cette relation sans pouvoir l'obtenir. La méthode suivante simplifie notablement le calcul.

J'ai démontré que l'équation générale des surfaces du 4e degré contenant 6 droites quelconques est de la forme

$$\sum_{1}^{5} \alpha_k Q_k Q'_k = 0, \tag{1}$$

$Q_k = 0$ étant la quadrique menée par 3 des 6 droites, $Q'_k = 0$ la quadrique déterminée par les 3 autres. En exprimant que la septième droite est sur cette surface et éliminant les α, on obtient la condition sous la forme d'un déterminant du 5e degré. On peut dire aussi qu'on a fait passer la surface

$$\sum_{2}^{5} \alpha_k Q_k Q'_k = 0, \tag{2}$$

par les points d'intersection de la septième droite et des quadriques $Q_1 = 0$, $Q'_1 = 0$.

On peut donner de cette condition l'interprétation géométrique suivante : chacune des quadriques $Q_1 = 0$, $Q'_1 = 0$ coupe la surface (1) ou la surface (2) suivant 3 droites et une quintique unicursale; l'ensemble des deux quintiques dépend de quatre paramètres homogènes; la septième droite est une sécante double commune aux deux courbes.

---

[1] *Coll. Math. Pap.*, Vol. III, p. 178. La condition y est indiquée sous la forme d'un déterminant du 35e degré.

PHYSIQUE. — *Sur la formule de Thomson* $T = 2\pi\sqrt{CL}$, *relative à la décharge d'un condensateur.* Note de M. **André Léauté**, présentée par M. Painlevé.

La formule de Thomson $T = 2\pi\sqrt{CL}$, qui fait connaître la période T du courant oscillatoire produit par la décharge d'un condensateur de capacité C à travers une ligne de résistance ohmique négligeable et de self-induction L, a été établie en supposant nulle la capacité du circuit qui réunit les deux armatures. Or j'ai montré [1] que les bobines de self, lorsqu'elles portent plusieurs couches de fil, possèdent une capacité dont il faut tenir compte, puisqu'elle donne naissance aux stries signalées par M. Hemsalech dans les étincelles d'induction. La formule $T = 2\pi\sqrt{CL}$ n'est donc plus applicable, dès qu'on intercale des bobines à plusieurs couches dans le circuit de décharge, et il convient de rechercher quelle théorie doit dans ce cas être substituée à celle de Thomson.

La bobine est à deux couches. La capacité y est uniformément répartie et égale à $\gamma\,dx$ pour un élément de fil de longueur dx; comme γ est petit, il est permis, pour évaluer la force électromotrice d'induction qui s'exerce sur dx, de négliger la variation du courant le long du fil et de représenter cette force électromotrice par l'expression $\lambda \frac{\partial i}{\partial t} dx$, i étant le courant au point considéré. De plus, si la bobine est longue et si l'on néglige l'influence de ses extrémités, on peut admettre que γ et λ ont la même valeur en tout point du circuit.

En appelant V_x la différence de potentiel entre un point de la première et un point de la seconde couches situés à la même distance x de l'origine, et I_x l'intensité en ces points, on a

$$(1) \qquad \frac{\partial V_x}{\partial x} + 2\lambda \frac{\partial I_x}{\partial t} = 0, \qquad \frac{\partial I_x}{\partial x} + 2\gamma \frac{\partial V_x}{\partial t} = 0.$$

Les conditions aux limites sont, $2d$ étant la longueur totale du fil,

$$(2) \qquad V = 0 \quad \text{pour} \quad x = 0$$

et

$$(3) \qquad C\frac{\partial V}{\partial t} - I = 0 \quad \text{pour} \quad x = d;$$

de plus, on se donne $I = i(x)$ et $V = v(x)$ pour $t = 0$ et $0 \leqq x \leqq d$.

---

(1) André Léauté, *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 1209.

Si l'on pose

$$V_x = (A \sin mt + B \cos mt)\,u,$$

u étant une fonction de x, on voit aisément qu'on satisfait aux équations (1), (2), (3) en prenant

$$u = \sin(2m\sqrt{\lambda\gamma}\,x),$$

$$I_x = \sqrt{\frac{\gamma}{\lambda}}\,(A \cos mt - B \sin mt) \cos(2m\sqrt{\lambda\gamma}\,x)$$

et en déterminant m par la relation

$$\operatorname{cotang}(2m\sqrt{\lambda\gamma}\,d) - h.2m\sqrt{\lambda\gamma}\,d = 0 \qquad (h \times 2\gamma d = C).$$

Désignons par $\pi\nu_n$ la $n^{\text{ième}}$ des racines positives, rangées par grandeur croissante, de l'équation : $\operatorname{cotang}(\pi\nu) - h\nu = 0$, et soient

$$w = \sum_{n=1}^{\infty}\left(A_n \sin\frac{\pi\nu_n t}{2\sqrt{\lambda\gamma}\,d} + B_n \cos\frac{\pi\nu_n t}{2\sqrt{\lambda\gamma}\,d}\right)\sin\frac{\pi\nu_n x}{d},$$

$$\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}\,j = \sum_{n=1}^{\infty}\left(A_n \cos\frac{\pi\nu_n t}{2\sqrt{\lambda\gamma}\,d} - B_n \sin\frac{\pi\nu_n t}{2\sqrt{\lambda\gamma}\,d}\right)\cos\frac{\pi\nu_n x}{d};$$

on peut déterminer les A et B de façon que la solution cherchée soit

$$V = w, \qquad I = j.$$

En effet, le calcul des résidus [1] permet de montrer que, pour $t = 0$ et $0 \leqq x \leqq d$, on aura $w = v(x)$ et $j = i(x)$, si l'on prend

$$A_n = -\frac{2}{4\pi\nu_n + \sin(2\pi\nu_n)}\int_{-\frac{1}{2}}^{+\frac{1}{2}} \sin(2\pi\nu_n\mu)\,f(\mu)\,d\mu,$$

$$B_n = \frac{2}{4\pi\nu_n + \sin(2\pi\nu_n)}\int_{-\frac{1}{2}}^{+\frac{1}{2}} \cos(2\pi\nu_n\mu)\,f(\mu)\,d\mu$$

$$\left[f(x) = v(x) + \sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}\,i(x)\right].$$

Toutefois, cette conclusion suppose que les séries des dérivées des termes de w et j par rapport à t et à x sont uniformément convergentes, quel que soit τ. J'établis qu'il en est ainsi en montrant que la série dont le terme

(1) E. PICARD, *Traité d'Analyse*, t. II, 2e édition, p. 190.

général est

$$u_n = \frac{4\pi\nu_n}{4\pi\nu_n + \sin(2\pi\nu_n)} \int_{-\frac{1}{2}}^{+\frac{1}{2}} \cos[2\pi\nu_n(\xi - \tau)] f(\xi)\, d\xi,$$

où $f(\xi)$ est supposée satisfaire aux conditions de Dirichlet, est elle-même uniformément convergente, quel que soit τ.

Comme l'on peut développer $f(\tau)$ en série de Fourier dont le terme général se déduit de u_n en remplaçant ν_n par n, il suffit d'établir la convergence uniforme de la série $u_n - a_n$ et, en particulier, de montrer que $n^2(u_n - a_n)$ reste fini, quand n croît indéfiniment. Soient

$$b_n = \int_{-\frac{1}{2}}^{\frac{1}{2}} f(\xi) \{ \cos[2\pi\nu_n(\xi - \tau)] - \cos[2\pi n(\xi - \tau)] \} \, d\xi,$$

$$c_n = -\frac{\sin(2\pi\nu_n)}{4\pi\nu_n + \sin(2\pi\nu_n)} \int_{-\frac{1}{2}}^{\frac{1}{2}} f(\xi) \cos[2\pi\nu_n(\xi - \tau)]\, d\xi,$$

d'où

$$u_n - a_n = b_n + c_n$$

et

$$n^2|u_n - a_n| \leq n^2|b_n| + n^2|c_n|.$$

Considérons le produit $n^2|b_n|$. Si l'on désigne par $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_q$, les zéros de $\sin[\pi(\nu_n + n)(\xi - \tau)]$ compris entre 0 et 1 et rangés par ordre de grandeur croissante, on peut écrire

$$|b_n| < \left| \int_0^{\xi_1} \mathrm{H}\, d\xi \right| + \left| \int_{\xi_1}^{\xi_2} \mathrm{H}\, d\xi \right| + \ldots + \left| \int_{\xi_q}^{1} \mathrm{H}\, d\xi \right|,$$

inégalité où

$$\mathrm{H} = 2 f(\xi) \sin\left[2\pi \frac{\nu_n + n}{2} (\xi - \tau) \right] \sin\left[2\pi \frac{\nu_n - n}{2} (\xi - \tau) \right].$$

On voit facilement que le module des intégrales $\int_{\xi_i}^{\xi_{i+1}} \mathrm{H}\, d\xi$ est inférieur à $\mathrm{A} \frac{\nu_n - n}{(\nu_n + n)^2}$ et celui des termes extrêmes $\int_0^{\xi_1} \mathrm{H}\, d\xi$ et $\int_{\xi_q}^{1} \mathrm{H}\, d\xi$ à $\mathrm{A} \frac{\nu_n - n}{\nu_n + n}$, A étant indépendant de n : par suite, on a

$$n^2|b_n| < \mathrm{A} \left(\frac{n}{n + \nu_n} + 1 \right) \frac{n^2(\nu_n - n)}{\nu_n + n},$$

et comme $\frac{\nu_n}{n}$ et $n(\nu_n - n)$ restent finis quand n croît indéfiniment, $n^2|b_n|$ ne croît pas indéfiniment avec n.

La même démonstration s'applique au produit $n^2|c_n|$.

Le courant de décharge d'un condensateur à travers une bobine à deux couches peut donc être considéré comme formé par la superposition d'une infinité de courants sinusoïdaux dont l'amplitude tend vers zéro avec la période. Si l'on calcule dans cette théorie la fréquence de l'oscillation la moins rapide et qu'on la compare à celle déduite de la formule de Thomson, on constate que, malgré la différence des formules employées, les résultats numériques auxquels on parvient sont très voisins. De plus, le calcul fait prévoir la présence de stries dans les étincelles d'induction et il fournit pour leur nombre et leur écartement des chiffres concordant avec ceux auxquels l'expérience a conduit M. Hemsalech.

PHYSIQUE. — *Sur le rayonnement et la température des flammes de bec Bunsen.* Note de M. **E. Bauer**, présentée par M. J. Violle.

Les rayons restants, obtenus par réflexions successives sur des surfaces polies de fluorine, forment un groupe dont la longueur d'onde est comprise entre 20^μ et 32^μ, mais qu'on peut, en pratique, considérer comme à peu près monochromatique, et de longueur d'onde $\lambda = 25^\mu,5$ (1). Les *impuretés* capables de traverser une lame de fluorine transparente ne constituent jamais, après trois réflexions successives, plus de 2 pour 100 du rayonnement total, quelle que soit la source employée, si les angles d'incidence sont assez petits.

On sait, depuis les travaux de M. Rubens, que les propriétés de ces rayons permettent de les assimiler à des ondes électromagnétiques de courte longueur d'onde.

Sur le conseil de M. Langevin, j'ai étudié l'absorption et l'émission des rayons restants de la fluorine par les flammes de gaz d'éclairage. Une partie de ce travail a été faite au laboratoire de M. Rubens, à qui je tiens à exprimer ma reconnaissance. Cette étude a permis de mesurer la température de la flamme. Au point de vue électrique, elle n'a fait que confirmer ce

(1) Rubens et Nichols, *Wied. Ann.*, t. LX, 1897, p. 418; t. LXIX, 1899, p. 576. — Rubens, *Le spectre infra-rouge* (*Rapports au Congrès de Physique*, 1900, t. II, p. 159).

qu'on pouvait prévoir sur le libre parcours des électrons présents dans les flammes conductrices.

Le dispositif de production des rayons est analogue à celui qu'a employé M. Rubens. Le rayonnement d'une source traverse la flamme, très homogène et régulière, d'un grand bec Meker rectangulaire ; puis il passe par un trou percé dans un écran à doubles parois, maintenu à température constante par un courant d'eau froide ; enfin, après trois réflexions sur des surfaces de fluorine, il est concentré par un miroir concave sur la soudure d'un microradiomètre de grande sensibilité, construit au laboratoire de M. Rubens par M. Schmidt.

Des écrans mobiles, refroidis également par un courant d'eau, sont placés, l'un entre la source et la flamme, l'autre derrière la flamme.

Résultats. — 1° Les flammes de gaz d'éclairage ont un pouvoir émissif et absorbant considérable pour les rayons restants de la fluorine. Une flamme de 5^{cm} de long absorbe 18 pour 100 des rayons émis par une lampe Nernst.

2° Cette absorption et l'émission correspondante sont dues à la vapeur d'eau (ce fait avait déjà été observé par M. Rubens et Aschkinass [1]). En introduisant de la vapeur d'eau dans le mélange gazeux alimentant le bec Meker on peut augmenter le pouvoir émissif de la flamme de 50 pour 100 de sa valeur.

3° L'absorption de la flamme pour le groupe des rayons restants est sélective. Une flamme qui n'absorbe que 11 pour 100 des rayons émis par un corps solide, donnant un spectre continu, absorbe 28 pour 100 des rayons d'une autre flamme de gaz d'éclairage. D'autre part, la transparence d'une lame de chlorure d'argent est plus grande pour les rayons émis par une flamme que pour ceux d'une lampe Nernst. La vapeur d'eau possède donc une bande d'absorption qui ne s'étend pas dans tout le domaine des rayons restants, et dont le maximum est situé au voisinage de la longueur d'onde des rayons que laisse passer le chlorure d'argent, $23^{\mu},7$.

4° D'après la loi de Kirchhoff, le rapport des pouvoirs émissif et absorbant d'une flamme pour des rayons de longueur d'onde donnée est égal au pouvoir émissif d'un corps noir dont la température est égale à celle de la flamme, à condition que le phénomène soit *purement thermique*. Cette dernière hypothèse semble très vraisemblable dans le cas des rayons restants, car la vapeur d'eau possède la même bande d'absorption à la température ordinaire et en l'absence de toute réaction chimique. D'autre part, la tempé-

---

(1) Rubens et Aschkinass, *Wied. Ann.*, t. LXIV, 1898, p. 584.

rature de la flamme n'a une valeur bien définie que lorsque celle-ci est bien homogène et assez volumineuse. Cette condition a été réalisée dans mes expériences, car les nombres trouvés pour des épaisseurs différentes (3^{cm} et 5^{cm}) ont été très concordants. Les mesures à faire sont les suivantes : pouvoir émissif, pouvoir absorbant de la flamme pour les rayons émis *par un corps solide* (et non pas par une flamme ou un bec Auer), pouvoir émissif d'un corps noir de température connue mis à la place de la flamme. La formule de Planck donne alors la température cherchée. Le corps noir dont je me suis servi était analogue à l'un des modèles de Lummer et Pringsheim; il était chauffé à 100° par de la vapeur d'eau bouillante.

Les mesures précises de l'absorption sont très délicates.

Voici les nombres obtenus :

Corps noir à 100°,1. Écran froid à 16°,2. Lorsqu'on écarte l'écran, l'image dévie de $\delta = 47^{mm},3$ (moyenne de 5 déterminations).

Émission de la flamme en millimètres de l'échelle.	Absorption en pour 100.	Rapport : $\frac{\text{émission}}{\text{absorption}}$.	Épaisseur de flamme traversée.
164,9	13,6	1210	3^{cm}
165,0	13,9	1190	3
169,0	13,75	1230	3
165,6	13,6	1215	3
161,0	13,1	1230	3
221,3	18,9	1170	5
221,0	18,4	1200	5
221,8	18,2	1215	5
221,7	17,6	1250	5
221,3	18,7	1180	5
	Moyenne..............	1210	Erreur possible 1 pour 100

Température de la flamme.. 1760° Erreur possible ± 50°

Ce nombre représente la température de la flamme, à une certaine distance au-dessus du cône bleu intérieur. Il est très voisin du nombre 1870° qu'a obtenu M. Féry par une méthode fondée également sur la loi de Kirchhoff, mais appliquée à la raie D du sodium [1]. L'hypothèse de M. Féry, d'après laquelle l'émission de la raie D est un phénomène purement thermique, ne semble pas trop éloignée de la réalité. En tout cas, l'influence de la lumi-

---

[1] Féry, *Comptes rendus*, t. CXXXVII, 1903, p. 909.

nescence est faible dans l'émission de la raie D. Je suis occupé actuellement à reprendre les mesures de M. Féry pour élucider complètement ce dernier point.

ÉLECTROCHIMIE. — *Surtension et viscosité.* Note de M. **Ch. Marie**, présentée par M. Haller.

Quand on étudie la décomposition de l'eau acidulée en employant comme cathodes des métaux différents, on constate que la différence de potentiel nécessaire pour que l'hydrogène apparaisse à l'état de bulles varie avec le métal. Si l'on compare les valeurs obtenues en prenant pour base la différence de potentiel cathode-solution et comme point de comparaison sa valeur pour le platine recouvert de noir de platine, on obtient une série de nombres croissants qui représentent la *surtension cathodique* de chaque métal [1]. La cause de ces surtensions est encore imparfaitement élucidée; on sait seulement qu'elles varient non seulement avec la nature du métal, mais pour un même métal avec l'état de sa surface; elles varient également avec l'électrolyte et plus généralement avec toutes les conditions expérimentales. Les valeurs numériques observées peuvent être considérables, notamment pour le plomb et le mercure; elles atteignent pour ces métaux 1,30 volt (*Tafel z. f. ph. Ch.*, t. L, 1903, p. 702) dans les conditions expérimentales suivantes : électrolyte, SO^4H^2n; densité de courant, 0,1 ampère par centimètre carré. La dépense d'énergie supplémentaire et considérable que représentent de telles surtensions a été invoquée pour expliquer la puissance réductrice particulièrement grande des métaux précédents quand ils sont employés comme cathodes, en particulier pour la réduction des corps organiques.

L'influence de la nature de l'électrolyte a été peu étudiée; on a seulement déterminé dans quelques cas particuliers celle de la concentration. Cette influence est faible et ne dépasse pas 0,03 volt pour le plomb quand on passe pour l'acide sulfurique de la concentration normale à la concentration double.

J'ai pensé que dans ces phénomènes la viscosité du milieu où prennent naissance les bulles gazeuses devait jouer un certain rôle et j'ai essayé à ce

---

(1) On observe à l'anode des phénomènes analogues (Cohen et Osaka, *Z. f. anorg. Ch.*, t. XXXIV, 1903, p. 86); nous les laisserons de côté ici. Dans toutes nos expériences le métal anodique est le platine poli.

point de vue certaines substances telles que la gomme, la gélatine, la gélose, qui sont susceptibles, même à faible concentration ($<$ 1 pour 100), de modifier considérablement la fluidité de l'électrolyte, constitué par de l'acide sulfurique normal qui est l'électrolyte le plus généralement étudié.

La méthode expérimentale est la suivante : on prend un électrolyseur constitué par un creuset de platine (anode) et une électrode cylindrique (cathode) suspendue au milieu du creuset et plongée dans l'électrolyte. Dans l'appareil passe un courant mesuré par un ampèremètre de précision, pendant qu'un voltmètre aussi sensible que possible mesure la différence de potentiel existant entre les deux électrodes. On peut ainsi, en opérant à température et intensité constantes, montrer les variations de la différence de potentiel quand on fait varier la viscosité du milieu. On constate ainsi que :

1° En employant des cathodes de platine platiné, de nickel, de plomb, la différence de potentiel croît quand on remplace l'acide employé par une solution de même concentration, mais contenant environ 1 pour 100 de gomme ou de gélatine.

2° Cette augmentation est d'autant plus élevée que le métal cathodique a lui-même une plus forte surtension : à peine sensible pour le platine platiné, plus forte pour le nickel, cette surtension *artificielle* a son maximum pour le plomb.

Sous la forme ci-dessus l'expérience ne sépare pas les effets cathodique et anodique; elle permet cependant, puisque l'anode demeure la même, de constater les variations pour diverses cathodes. Pour déterminer les valeurs absolues il faut mesurer la différence de potentiel cathode-solution elle-même; on y parvient en constituant une pile avec la cathode considérée et une électrode normale auxiliaire au sulfate mercureux.

Les résultats sont absolument identiques à ceux donnés plus haut; sur platine platiné l'augmentation de la différence de potentiel cathode-acide sulfurique n est faible (0,001 volt au plus) pour 0,5 pour 100 de gélatine ($I = 0,2$ ampère, $\Delta = 0,02$ ampère par centimètre carré). Dans les mêmes conditions et pour une cathode en plomb l'augmentation est de 0,05 volt environ pour 0,1 pour 100 de gélatine seulement.

Pour mettre en lumière aussi nettement que possible cette influence de la viscosité on peut facilement, au cours d'une même expérience, faire varier la valeur de la différence de potentiel cathode-solution en changeant la nature de l'électrolyte constitué successivement et à plusieurs reprises par l'acide avec ou sans gélatine. Dans ces expériences comme dans les précédentes on a vérifié que des substances comme l'alcool, l'éther, qui n'altèrent pas sensiblement, aux faibles concentrations employées, la viscosité de l'eau, étaient

également sans influence sur la valeur de la différence de potentiel cathode-solution.

Ces expériences, quand elles auront été étudiées dans le détail, pourront peut-être expliquer certains faits de la pratique industrielle qui emploie, pour l'électrolyse du cuivre ou du plomb par exemple, des bains contenant de faibles quantités de gélatine; elles permettront peut-être également d'augmenter encore l'intensité de certaines réductions électrolytiques par l'introduction de cette surtension artificielle dont elles ont montré l'existence (1).

CHIMIE. — *Sur la synthèse de l'ammoniaque au moyen de la tourbe.* Note de M. **H. Woltereck**.

Pendant l'année passée j'ai eu l'occasion de continuer mes expériences au sujet de la synthèse de l'ammoniaque au moyen de la tourbe.

Au cours de ces expériences j'ai obtenu des résultats très intéressants, qui paraissent prouver que la formation de l'ammoniaque suit des lois fixes pas encore assez éclaircies.

Les expériences ont été exécutées dans l'appareil et sous toutes les conditions déjà énumérées dans ma première Note (*Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 125), et avec la même qualité de tourbe pour toute la série donnée. Dans les expériences nos 1 à 3, 50g de tourbe ont été employés. Dans les expériences nos 4 et 5, le résidu de l'expérience précédente a été employé, complété avec de la tourbe aux 50g, après déduction faite de 2g du résidu pour la détermination de l'azote.

Voici les résultats :

	I.	II.	III.	IV.	V.
Température			450° C.		
Durée de l'expérience			4h		
Air saturé de vapeur d'eau à 80° C., par heure			14l		
Matière sèche en grammes	36,4	36,4	36,4	39,9	41,6
Matière brûlée, en grammes	21,4	21,2	21,4	19,0	15,0
Résidu, en grammes	15,0	15,2	15,0	20,9	26,6

(1) Les faits signalés dans cette Note ont été observés dans le courant de 1907; j'avais différé leur publication dans le dessein d'en donner une étude plus complète. Un travail tout récent de G. Möller (*Z. f. ph. Ch.*, t. LXV, 1908, p. 226) sur les phénomènes de surtension m'a forcé à publier ces résultats préliminaires.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Ammoniaque produite en milligrammes...	571	561	560	587	471
Pour 100 de matière brûlée	2,66	2,64	2,61	3,08	3,14
Azote total dans la matière sèche employée, en milligrammes........................	820	820	820	995	1047
Azote dans le résidu, en milligrammes....	410	419	415	572	731
Azote équivalent à l'ammoniaque produite, en milligrammes....................	470	462	461	483	388
Azote total retrouvé, en milligrammes....	880	881	876	1055	1119
Excès d'azote trouvé, en milligrammes....	60	61	56	60	72
Excès pour 100 de l'ammoniaque trouvée, en milligrammes....................	12,7	13,2	12,1	12,4	18,4

Il est à observer qu'il y a une accumulation d'azote dans le résidu qui surpasse considérablement la quantité pour 100 de la tourbe employée.

J'ai trouvé comme résultat d'un grand nombre d'expériences que les pour 100 d'azote dans le résidu sont toujours augmentés assez considérablement au-dessus des pour 100 dans la tourbe, après 4 heures de traitement par mon procédé.

Après un traitement de 6 heures, les pour 100 d'azote sont au contraire diminués, dans plusieurs expériences, jusqu'à la moitié même de la quantité originelle.

J'ai en train une nouvelle série d'expériences, afin de déterminer la nature de l'azote dans la tourbe.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Inconvénients du bichromate de potasse employé comme conservateur pour les laits destinés à l'analyse.* Note de M. **A. Monvoisin**, présentée par M. A. Chauveau.

Les échantillons de lait prélevés en exécution de la loi du 1er août 1905, sur la répression des fraudes, sont *obligatoirement* additionnés d'une pastille rouge spéciale de bichromate de potasse (dosée à $0^g,25$ de bichromate pour 250^{cm^3} de lait).

Un des échantillons ainsi conservé est adressé au laboratoire agréé aux fins d'analyse, les autres étant éventuellement destinés aux experts.

M. Grélot [1] a montré que l'addition du bichromate au lait ne permettait pas de

[1] *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 1907.

doser l'acidité des échantillons, ni de mesurer leur point cryoscopique et leur indice de réfraction; cet auteur a indiqué, en outre, que la formation d'un corps à fonction aldéhydique dans les laits bichromatés pouvait faire croire, à tort, à la présence du formol.

A notre connaissance, personne n'a encore signalé que cette addition empêche de reconnaître, par la méthode imposée aux laboratoires agréés, si le lait a été chauffé ou s'il a été additionné d'eau oxygénée.

Les chimistes officiels *ne peuvent,* en effet, employer *que* la méthode dite de *Storch*, à la paraphénylènediamine. Cette réaction est utilisée sans inconvénients avec les laits non additionnés de bichromate de potasse.

Il est impossible d'en tirer des indications lorsqu'on l'effectue avec des laits bichromatés, le bichromate de potasse intervenant seul pour produire l'oxydation de la paraphénylènediamine et la coloration bleue.

Du lait pur, non additionné d'eau oxygénée et conservé par le bichromate de potasse, à la dose de 1 pour 1000, donne une réaction intense avec la paraphénylènediamine.

Du lait additionné de 1 pour 100 d'eau oxygénée et de 1 pour 1000 de bichromate de potasse donne, avec la même solution de paraphénylènediamine, une coloration bleue aussi prononcée que le même lait, mais sans eau oxygénée.

Un lait cuit, non additionné d'eau oxygénée, mais renfermant 1 pour 1000 de bichromate de potasse, fournit avec la paraphénylènediamine une réaction aussi intense qu'un lait cru, avec ou sans eau oxygénée.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des matières humiques de l'ouate de tourbe.* Note de MM. **L. Roger** et **E. Vulquin**, présentée par M. Guignard.

Le produit étudié est le mélange complexe de matières humiques à réaction nettement acide obtenu en traitant les fibres d' « ouate de tourbe » par de la lessive de soude à 10 pour 100 environ, et précipitant la liqueur par un excès d'acide chlorhydrique. Le précipité est lavé jusqu'à disparition totale d'acide chlorhydrique et séché sur des plaques de verre à basse température.

Nous nous sommes proposés de déterminer quelques propriétés de ce

produit et de comparer sa constitution à celles des substances végétales dont elles sont les produits d'altération.

Préparée comme il vient d'être dit, la matière humique se présente sous forme de paillettes noires, brillantes, de consistance cornée; triturée au mortier, elle donne une poudre mate, brun foncé, ayant une faible odeur aromatique, sensiblement soluble dans l'eau et dans l'alcool, à peine soluble dans les autres dissolvants neutres et dans certaines solutions salines.

Elle est facilement détruite par les oxydants : acide azotique, permanganate de potasse, acide chromique. Un courant d'oxygène pur, passant sur sa surface, exerce sur elle une action manifeste à froid et plus active vers 100°; il y a formation d'acide carbonique et simultanément le produit devient presque insoluble dans les alcalis.

Une analyse élémentaire du produit donne les chiffres suivants :

C.	57,4
H	3,1
O.	38,2
Az.	1,3
	100,0

Les végétaux dont proviennent ces substances ([1]) sont, au point de vue chimique, des produits ternaires, celluloses lignifiées et pectosiques, associés à des produits chlorophylliens et protoplasmiques azotés. L'analyse précédente montre que ces constituants subsistent dans la matière humique; il y a augmentation de la teneur en azote et en carbone et diminution du taux d'oxygène et d'hydrogène.

Les composants pentosanes et hexosanes ne sont pas conservés intacts; on ne peut obtenir de furfurol avec la matière humique (la phloroglucine et l'acide chlorhydrique ne donnent pas, d'ailleurs, la coloration rouge des pentoses). Les essais d'hydrolyse ne fournissent pas de substance réduisant la liqueur de Fehling.

Par fusion avec un alcali, on obtient de l'acide protocatéchique, ce qui semble montrer que le noyau en C^6 de la cellulose lignifiée ([2]) subsiste dans la matière humique.

Les groupements OH des celluloses susceptibles d'être éthérifiées ([3]) semblent également respectés. Par les procédés ordinaires d'acétylation (action de l'anhydride acétique en tubes scellés, action de l'anhydride acétique en présence d'iode) on obtient un composé acétylé insoluble dans l'eau, soluble dans l'acide acétique, très soluble dans la nitrobenzine et l'acétone, se comportant, par conséquent, comme les acétates de cellulose ([4]). Le produit obtenu renferme une proportion de 30 pour 100 environ d'acide acétique.

([1]) L. Royer, *L'ouate de tourbe et ses applications*, p. 34 et 53. Paris, 1908.

([2]) Cross et Bevan, *La cellulose*, traduction Lévy Thomas, 1900, p. 145.

([3]) Cross et Bevan, *loc. cit.*

([4]) Cross et Bevan, *loc. cit.*, p. 61 et 62.

On peut de même, en traitant par le sulfure de carbone une solution alcaline de matière humique, obtenir un liquide homogène précipitant par l'alcool ou par une solution de chlorure de sodium. Ce composé, qui contient environ 20 pour 100 de soufre, semble présenter des analogies avec le thiocarbonate de cellulose, dont la formation est attribuée à l'existence, dans la cellulose, d'une fonction alcool ([1]).

L'hydrolyse alcaline sous pression, l'hydrolyse par l'acide sulfurique concentré, la distillation sèche donne des produits contenant de l'acide acétique; ces opérations ont libéré un résidu acétique contenu dans la matière humique comme dans la cellulose lignifiée.

Le caractère de composé non saturé paraît être également respecté ([2]), car la matière humique fixe directement le chlore et le brome; les combinaisons halogénées obtenues sont insolubles dans l'eau. Le composé chloré contient 7 pour 100 de chlore.

La matière humique de l'ouate de tourbe semble comporter une fonction acide; elle se combine facilement avec les alcalis en donnant des produits solubles. Elle fixe une forte proportion de gaz ammoniac; la combinaison se fait avec un grand dégagement de chaleur. Cette combinaison présente une grande instabilité. Il est à remarquer qu'une oxydation modifie cette fonction acide : le produit oxydé devient insoluble dans les alcalis. Cette fonction acide semble être une fonction nouvelle qui s'est développée dans ces matières humiques de la tourbe.

Conclusion. — Les phénomènes du tourbage ont eu pour résultat d'accumuler l'azote et le carbone dans les produits de destruction des végétaux.

On ne retrouve plus, dans les matières humiques, ni pentosanes, ni hexosanes. Les fonctions alcooliques des celluloses semblent subsister, ainsi que le prouvent la formation d'un composé acétylé et celle d'un composé analogue au thiocarbonate de cellulose.

Divers constituants des lignocelluloses sont encore mis en évidence : un noyau aromatique en C^6, et un constituant secondaire acétyl (CH^2CO). Le caractère de composé non saturé de ces dernières, fixant les halogènes, subsiste également.

D'autre part, une fonction nouvelle apparaît; la matière humique de la tourbe possède des propriétés nettement acides.

([1]) Cross et Bevan, *loc. cit.*, p. 48.

([2]) Cross et Bevan, *loc. cit.*, p. 144.

BIOLOGIE. — *De l'influence réciproque des phénomènes respiratoires et du comportement chez certaines Actinies.* Note [1] de M. **Henri Piéron**, présentée par M. Yves Delage.

J'ai déjà indiqué que l'un des facteurs les plus importants de la fermeture chez les *Actinia equina* L. était la diminution d'oxygène disponible dans leur milieu, cette fermeture précoce devant prolonger la survie en milieu à oxygène non renouvelé. Mais ce dernier point, probable, était à démontrer.

On obtient bien, très facilement, la fermeture de ces Actinies dans un milieu où la quantité d'oxygène dissous descend au delà d'un certain taux. Mais alors il y a une influence de la tension de l'oxygène sur son absorption par les tissus; et, dès lors, si l'on constate bien, ce qui est patent, une diminution considérable de la consommation d'oxygène [2], on n'est pas en droit d'attribuer cette diminution à la position fermée. Il faut donc comparer la consommation de l'Actinie fermée et ouverte dans un milieu possédant sensiblement la même tension d'oxygène; mais alors il est difficile d'obtenir, avec le renouvellement de l'eau, des fermetures suffisamment prolongées et surtout de ne pas provoquer, au cours des manipulations précédant l'expérience, l'ouverture des Actinies, que l'agitation entraîne presque toujours.

Le dispositif suivant m'a permis de pallier à ces inconvénients : deux *Actinia equina* L. variété rouge, prises sur un même rocher, l'une près de l'autre, à un même niveau, sont placées chacune dans une éprouvette de 500^{cm^3}. Les deux éprouvettes sont mises dans un barillet rempli d'eau de mer, possédant à la base un robinet d'écoulement. Il est possible dès lors de prélever avec une pipette l'eau à doser dans chacune des éprouvettes, de glisser, sur l'orifice supérieur de chacune d'elles, une plaque de verre la fermant hermétiquement (les surfaces ayant été rodées), et, en faisant descendre l'eau du barillet au-dessous du niveau supérieur des éprouvettes, d'en assurer l'isolement.

Mon but était de comparer la consommation d'oxygène d'une de ces Actinies dans ses deux états, fermée et ouverte, l'autre servant de témoin. J'ai obtenu en 1 mois une fermeture assez durable de l'une des Actinies isolément. J'ai pu, dès lors, comparer les chiffres obtenus à ceux d'une autre expérience où toutes deux étaient épanouies. Dans les deux cas, les Actinies étaient exposées à une lumière diffuse sensiblement équivalente; les dosages de l'oxygène dissous, avant et après, étaient faits par la méthode de Lévy et Marboutin. Voici les résultats des expériences faites au labora-

---

(1) Présentée dans la séance du 14 décembre 1908.

(2) En voici un exemple : quatre *Actinia equina,* olives, prélèvent dans 250^{cm^3} d'eau de mer (en vase clos) $1^{mg},54$ d'oxygène dans les 24 heures, l'eau contenant au début $10^{mg},10$ d'oxygène; dans les mêmes conditions exactement, les mêmes Actinies n'en prélèvent plus que $0^{mg},087$, soit près de vingt fois moins, l'eau initiale qui leur était fournie n'en contenant que $3^{mg},26$ (expérience faite au laboratoire de Wimereux).

toire de Saint-Vaast les 17 juillet et 1er août :

			h m	mg		Consommation.
						mg mg
I.	A (fermée).	1°...	11.52	6,20 d'O par litre	A...	0,31 : 2 = 0,15
		2°...	2.52	5,89 »		
	B (ouverte).	1°...	11.45	6,34 »	B...	0,96 : 2 = 0,48
		2°...	2.45	5,38 »		

			h m	mg		Consommation.
						mg mg
II.	A (ouverte).	1°...	3.20	9,43 d'O par litre	A...	0,74 : 2 = 0,37
		2°...	6.20	8,69 »		
	B (ouverte).	1°...	3.25	9,43 »	B...	1,03 : 2 = 0,51
		2°...	6.25	8,40 »		

On peut voir d'après ces chiffres que, bien que la tension initiale d'oxygène n'ait pas été identique dans les deux cas, la consommation de l'Actinie témoin a été constante à peu de chose près, tandis que l'Actinie A, fermée, a consommé moitié moins.

La fermeture des Actinies paraît donc bien comporter un ralentissement vital, qui doit d'ailleurs être un fait général : on sait en effet, d'après l'expérience de Claude Bernard, que si l'on place chacun en vase clos deux moineaux semblables, dont l'un vient d'être déjà soumis à l'asphyxie et n'a été remis à l'air libre qu'au moment de l'agonie, c'est ce dernier qui résiste le plus longtemps, par suite d'un ralentissement fonctionnel. Et, chez les animaux littoraux vivant dans des mares abandonnées chaque jour par la mer, il existe une expérience fréquente, individuelle et ancestrale, de l'asphyxie commençante; aussi le ralentissement fonctionnel, dans lequel l'immobilité est sans doute le facteur essentiel, se rencontre-t-il toujours chez ces animaux [1].

L'asphyxie ne se produit pas de jour dans les mares supra-littorales, car il existe toujours des flores abondantes qui enrichissent, au contraire, en oxygène, par leur assimilation chlorophyllienne, l'eau des mares à la lumière. Mais, dans les basses mers de nuit, la respiration végétale s'ajoute à la respiration animale, et j'ai trouvé, à Royan et à Tatihou, des mares où la teneur en oxygène, peu avant le lever du jour, après 7 heures environ d'isolement à l'obscurité, descendait à 5mg, ou moins, et même, dans un cas exceptionnel, à 3mg par litre, teneur insuffisante pour la vie de beaucoup d'invertébrés marins (*Asteracanthion rubens*, *Tealia felina*, etc.). S'il n'existait pas de ralentissement fonctionnel chez les animaux vivant dans des mares élevées à population nombreuse, il est bien certain que quelques-uns de ces animaux risqueraient de périr au cours des basses mers nocturnes d'hiver, aux époques de morte eau, où l'isolement à l'obscurité peut atteindre une dizaine d'heures; et tous seraient exposés à des phénomènes de souffrance physiologique. Il en résulterait l'absence de ces ani-

(1) Des Patelles étroitement fixées à leur morceau de roche consomment, en milieu clos, beaucoup moins que des Patelles détachées et simplement posées sur des rochers, malgré l'absence, même dans ce dernier cas, de mouvements apparents (0mg,20 pour 3 Patelles en 1 heure dans le premier cas, et 0mg,64 pour les mêmes Patelles dans le second cas, d'après une de mes expériences).

maux inadaptés dans de tels habitats, ou du moins une limitation de leur nombre dans les mares littorales plus étroites que celle que l'on est à même de constater en certains cas ([1]). Aussi la fermeture immédiate des *Actinia equina*, malgré leur énorme résistance à l'asphyxie, dans les mares au départ de la marée, alors que la composition de l'eau y est encore identique à celle de la mer qui vient de les abandonner et qu'aucun facteur ne paraît encore susceptible d'agir, alors que, d'autre part, il n'existe pas chez des Actinies de cet habitat de rythme des marées (rythme qui, s'il existe chez certaines Actinies situées à sec à de hauts niveaux, est même dans ce cas excessivement rare autant que peu apparent), alors, enfin, que l'absence d'agitation de l'eau ne s'oppose nullement, en aquarium, à l'épanouissement permanent d'Actinies prises dans ce même habitat, cette fermeture apparaît bien comme une réaction globale à la désoxygénation de l'eau qui survient fréquemment dans ces conditions de vie : il se produit un phénomène d'anticipation réflexe, déclenché, en quelque sorte, par un signe précurseur, la décroissance d'agitation de l'eau, phénomène qui assure l'adaptation des Actinies à ce milieu extrêmement variable.

Mais, en outre, en milieu artificiel, les Actinies s'adaptent à la diminution de l'oxygène : la décroissance au-dessous d'un certain taux, d'ailleurs variable suivant les cas, de l'oxygène dissous, provoque constamment, en l'absence d'autres facteurs pouvant ajouter leur influence perturbatrice, la fermeture des Actinies, qui précède, sans exception, le relâchement sphinctérien de l'asphyxie ([2]). Et d'autre part l'accroissement de cette teneur, du moins au début et jusqu'à un certain optimum, provoque l'épanouissement d'Actinies préalablement fermées.

Enfin, on ne peut invoquer, pour expliquer ces phénomènes, une intervention de l'acide carbonique, qui n'exerce aucune action dans l'eau de mer dans les conditions normales, étant donné qu'il n'existe de CO^2 dissous à l'état libre que très rarement, après saturation des carbonates alcalins formant avec CO^2 des bicarbonates, suivant un équilibre chimique particulièrement instable en rapport avec la tension de CO^2 dans l'air extérieur.

En résumé, les variations du taux de l'oxygène dissous constituent un des facteurs les plus importants des réactions de fermeture ou d'épanouisse-

---

([1]) Dans des mares ou des failles rocheuses absolument remplies d'ulves, à Royan, j'ai, en revanche, toujours trouvé des faunes extrêmement pauvres en individus, sans doute à cause de la diminution très rapide de l'oxygène dissous à l'obscurité, due à la respiration de cette grande quantité d'algues. Mais, à vrai dire, on pourrait invoquer à la rigueur, dans ce cas, l'excès d'oxygène produit au soleil; l'oxygène en effet, comme tous les corps, devient toxique, pour les organismes, à hautes doses; et, malgré la limitation du pouvoir de solubilité de l'oxygène dans l'eau de mer, il se produit une suspension gazeuse telle, que, dans une de ces failles, j'ai trouvé jusqu'à $24^{mg},7$ par litre d'O, chiffre très supérieur à la quantité maxima soluble dans cette eau, à 23°.

([2]) On constate le fait par abandon d'Actinies en milieu clos dans une eau nouvelle; dans une eau ancienne, en effet, après la mort de la faune microscopique, il se produit souvent un développement considérable de la flore, en particulier des diatomées, de sorte qu'à la lumière il s'effectue une production d'oxygène empêchant l'épuisement.

ment chez *Actinia equina* L., qui présente, en outre, ces mêmes réactions anticipées de fermeture au départ de la marée, d'ouverture au retour, comme adaptation à un milieu à teneur variable en oxygène dans le premier cas (avec diminution fréquente et danger d'asphyxie), à teneur sensiblement constante dans le second. La fermeture des Actinies augmente en effet, par suite du ralentissement fonctionnel qu'elle entraîne et de la moindre consommation d'oxygène, la capacité de résistance à l'asphyxie.

CRYPTOGAMIE. — *Sur le développement et les affinités du* Sorosphæra Veronicæ *Schröter*. Note de MM. **R. Maire** et **A. Tison**, présentée par M. Guignard.

Les Véroniques (*Veronica hederæfolia, triphylla, arvensis, Chamædrys*) présentent parfois des tumeurs de la tige, des pédoncules floraux, des pétioles ou des nervures médianes des feuilles, qui ont pour cause la présence d'un organisme parasite produisant dans les cellules des balles de spores en forme de sphère creuse.

La nature de cet organisme est restée jusqu'à nos jours très problématique. Schröter, lorsqu'il le découvrit en 1877, le classa dans les Ustilaginées, sous le nom de *Tuburcinia Veronicæ*. Plus tard il le transporta dans les Phytomyxinées, en créant pour lui le genre *Sorosphæra*. Cet auteur ne classait d'ailleurs le *Sorosphæra Veronicæ* que dubitativement dans l'un et l'autre de ces groupes.

Rostrup et Trotter, étudiant à nouveau cet organisme, croient devoir le rapporter aux Ustilaginées, en se basant sur la présence d'hyphes mycéliennes mélangées aux balles de spores.

En 1906, nous avons reçu de M. Lemée des spécimens vivants de ce rare parasite. Ces spécimens étaient de petites tumeurs caulinaires de *Veronica Chamædrys* et provenaient des environs d'Alençon. Nos essais pour obtenir la germination des balles de spores et pour infester des pieds sains de Véronique sont restés infructueux, et la petite quantité de matériel à notre disposition ne nous a pas permis de les varier.

Nous avons pu toutefois élucider la véritable nature de ce parasite, établir définitivement sa place dans la classification et étudier les diverses phases de sa vie parasitaire.

Le *Sorosphæra* apparaît tout d'abord dans les cellules des parenchymes médullaire et cortical de la Véronique sous forme de *myxamibes uninucléées*, souvent assez nombreuses dans une seule cellule. Sous l'influence irritante de ces myxamibes, les cellules qui les renferment s'hypertrophient

et présentent des mitoses anormales, généralement non suivies de cloisonnement, ce qui les rend plurinucléées. Les myxamibes grandissent, divisent leur noyau par des mitoses successives et simultanées, et deviennent des plasmodes plurinucléés.

La première mitose est semblable à celles décrites par Nawaschin, dans les myxamibes de *Plasmodiophora Brassicae;* les suivantes sont un peu différentes. On y peut compter huit chromosomes, et l'on peut y constater, à certains stades, la présence de centrosomes et d'irradiations polaires.

Lorsque les plasmodes ont atteint une certaine taille, ils se divisent en autant de cellules nues qu'ils contiennent de noyaux. Ces cellules nues restent agglomérées en une masse plus ou moins compacte; dans chacune d'elles se produit une mitose où le nombre des chromosomes est encore 8.

Ces mitoses sont toujours simultanées. Les cellules filles restent groupées et s'amassent en une masse sphérique, tout en s'entourant d'une membrane. En même temps, elles sécrètent des matières grasses de réserve; leur noyau devient plus petit, acidophile et sans nucléole distinct. La portion centrale de la sphère ainsi formée reste vide de cellules et ne renferme qu'un liquide visqueux, bientôt résorbé. Le développement des spores les amène, par pression mutuelle, à prendre la forme de pyramides tronquées à base convexe.

Il se produit le plus souvent plusieurs plasmodes et, par conséquent, plusieurs balles de spores dans chaque cellule. L'évolution de ces plasmodes ne se faisant pas en même temps, on peut trouver dans la même cellule le parasite à presque tous les stades de développement.

Dans les spécimens jeunes et en bon état, on ne trouve nulle part trace d'hyphes mycéliennes dans les tissus envahis par le *Sorosphæra :* les observations des auteurs cités ci-dessus avaient évidemment porté sur des tumeurs trop âgées et envahies par des saprophytes. C'est ce que prouve d'ailleurs l'absence de plasmodes dans leurs préparations.

Nous avons observé les plasmodes vivants en 1906 et nous avons pu constater leur aspect amiboïde. M. Lagerheim nous a dit cette année avoir trouvé en Suède le *Sorosphæra Veronicæ* et avoir vu également ses plasmodes. Cette constatation, faite par lui d'une façon absolument indépendante de nos observations, les confirme pleinement.

Le *Sorosphæra Veronicæ* doit donc être définitivement éloigné des Ustilaginées et rangé dans les Phytomyxinées, à côté du *Plasmodiophora Brassicæ*, auquel il ressemble à bien des égards. Toutefois il ne paraît pas présenter à aucune époque de sa vie parasitaire les fusions de plasmodes et les fusions

nucléaires observées ou soupçonnées par Nawaschin dans le *Plasmodiophora*.

Ajoutons, pour terminer, que l'action du *Sorosphæra* sur la cellule infestée est moins brutale que celle du *Plasmodiophora* : cette cellule continue à vivre et contient des chloroplastes et de nombreux grains d'amidon, même après la formation des balles de spores du parasite.

ANATOMIE. — *De la carpocyphose (anatomie normale et pathologique de l'articulation radio-cubitale inférieure).* Note de M. **R. Robinson**, présentée par M. Edmond Perrier.

J'ai eu la bonne fortune de disséquer et d'observer deux cas d'une déformation du poignet qu'on est habitué à appeler *maladie de Madelung*. Elle consiste en une déformation du poignet que Dupuytren avait déjà vue et que Smith et Cruveilhier ont décrite sous le nom de *luxation congénitale* de l'extrémité inférieure du cubitus. La rareté et l'imperfection des dissections m'ont amené à faire connaître le résultat de mes recherches aussi complètes que possible pour élucider la pathogénie d'une affection qui est plus fréquente qu'on ne le croirait au premier abord.

Il faut noter tout d'abord que l'articulation radio-cubitale et la cubito-carpienne surtout sont des articulations incomplètes. On peut même considérer la dernière comme une pseudo-articulation. C'est sans doute pour cette raison anatomique que la saillie de la tête cubitale est très prononcée chez les personnes qui sont soumises à un travail mécanique et que c'est là un des points les moins esthétiques des membres de l'homme.

Revenons à nos faits. Dans le premier cas, il s'agit d'une jeune femme d'une trentaine d'années qui ne présentait aucune autre déformation que celle des deux poignets. J'ai pu la disséquer au Laboratoire de Médecine opératoire de l'École pratique, grâce à l'obligeance de M. Catz, préparateur du professeur Quénu. La tête cubitale avait complètement lâché la petite cavité sigmoïde. Celle-ci était trop petite, trop plane et déjetée en arrière. La grosse tête du cubitus ne pouvait pas l'épouser plus longtemps, du moment que le développement de la tête et de la cavité ne se trouvaient pas en relation plus ou moins égale. Tous les muscles fléchisseurs de l'avant-bras étaient en contraction et la main avait pris la forme de *griffe*. Il existait donc une *carpocyphose* postérieure, mais il y en avait une autre antérieure, parce que l'extrémité inférieure du radius était saillante par son épiphyse courbée en avant et en haut. C'est une lésion permanente de la déformation du bout radial inférieur et c'est elle qui est la cause motrice de la luxation du cubitus en arrière.

Dans un autre cas que j'ai observé dans le service de mon maître M. Mauclaire, avec son interne M. Jacoulet, il s'agit d'une jeune infirmière qui présente une énorme luxation de la tête cubitale inférieure. Les épreuves radiographiques nous ont montré dans les deux cas, en même temps que cette luxation, l'altération de l'extrémité inférieure du radius.

J'ai étudié avec M. Jacoulet sur plusieurs fœtus la disposition des cartilages de conjugaison des deux os de l'avant-bras et je suis arrivé à ce résultat, comme l'avait bien dit Uffelmann, que le cartilage de l'extrémité inférieure du radius est moins haute en avant qu'en arrière. Supposons qu'il y ait une lésion dans cette région ou que le traumatisme y agisse, ainsi que nous l'avons reproduit expérimentalement; le bout inférieur du radius, pris entre la force et la résistance, se luxera en arrière et fera une bosse en avant. C'est ce que nous appelons *carpocyphose antérieure*.

Il s'ensuivra que les muscles fléchisseurs passant sous l'arcade palmaire résistante seront gênés, irrités par cette bosse radiale, d'où la contraction de ces muscles. Ceux-ci, s'insérant presque tous sur le cubitus ou le ligament interosseux, exécuteront une traction en bas de la portion supérieure de l'os dont l'extrémité inférieure de la tête mal emboîtée dans une petite cavité plane, déjetée en arrière et lâchement retenue par les ligaments, se luxera facilement en arrière.

Telle est la théorie que je me permets de proposer au point de vue de la pathogénie de cette curieuse affection qu'on peut rapprocher avec Smith et Cruveilhier de la luxation congénitale de la hanche, en ce sens que toutes les deux débutent dans l'immense majorité des cas en bas âge et qu'elles reconnaissent comme prédisposition essentielle un développement imparfait de l'articulation.

Nous terminerons cette Note par une remarque peut-être basardée, mais plausible, à savoir que la pseudo-articulation cubito-carpienne doit avoir une indication anthropologique. On sait que l'homme marche en posant les pieds en avant et *en dehors*. La marche en dedans est un état anormal ou pathologique. Si l'homme se mettait sur les quatre extrémités de ses membres, il marcherait aussi par ses mains en avant et *en dehors*, grâce à la pseudo-articulation cubito-carpienne que forme un angle beaucoup plus aigu que l'angle formé par l'articulation radio-carpienne, plus obtus. Les anthropologistes trouveront peut-être dans cette disposition une interprétation à la question toujours agitée, mais pas encore résolue de l'origine quadrumane de l'homme.

ANTHROPOLOGIE. — *Découverte d'un squelette humain moustérien à La Chapelle-aux-Saints (Corrèze).* Note de MM. **A.** et **J. Bouyssonie** et **L. Bardon**, présentée par M. Edmond Perrier.

M. Boule a présenté, dans la séance du 14 décembre 1908, les restes d'un squelette humain, du Pléistocène moyen, que nous avons eu la bonne fortune de trouver récemment. Voici, résumées en quelques lignes, les circonstances de cette découverte.

Elle date du 3 août 1908. Elle a été faite dans une *bouffia* (nom patois de *grotte*), située sur la commune de La Chapelle-aux-Saints (Corrèze), dans la vallée d'un petit affluent de la Dordogne. Cette grotte est un couloir très bas et sinueux qui s'enfonce dans un calcaire liasique cargneuliforme. Elle contenait un gisement archéologique moustérien, découvert par nous en 1905, et entièrement fouillé de nos mains, qui s'étalait largement sur le talus précédant l'ouverture, et pénétrait à près de 6^m à l'intérieur. Là, recouverte de terre meuble et de débris modernes, la couche s'étendait directement sur le sol de la grotte, vierge de tout remaniement. Elle était épaisse en général de 30^{cm} à 40^{cm}, mais atteignait près du double sur l'emplacement d'une fosse.

Une fosse était creusée, en effet, dans le sol, à 3^m environ de l'entrée, vers le milieu du couloir. De forme à peu près rectangulaire, elle avait comme dimensions $1^m,40$ sur $0^m,85$ environ, avec $0^m,30$ de profondeur.

C'est là que gisait le squelette humain, étendu sur le dos, orienté E.-O., la tête à l'Ouest relevée contre le bord de la fosse et calée par quelques pierres, le bras droit replié de manière à ramener la main vers la figure, le bras gauche à peu près étendu, les jambes repliées. Comme autres particularités, signalons qu'au-dessus de la tête il y avait plusieurs grands fragments d'os posés à plat et, au voisinage, l'extrémité d'une patte postérieure d'un grand Bovidé avec plusieurs os en connexion.

Au-dessus et autour, le gisement archéologique était riche en os brisés, ainsi qu'en outils de silex jaspoïdes et de quartz.

Il n'y avait pas de foyers proprement dits.

L'outillage est du beau et pur Moustérien, caractérisé par des racloirs abondants, des pointes en nombre moindre et d'autres outils variés. L'absence presque totale de pièces amygdaloïdes (coups de poing), la présence de formes aurignaciennes naissantes indiquent un Moustérien supérieur. Il n'y avait pas un seul os utilisé (comme ceux de la Quina ou de Petit-Puymoyen, en Charente).

La faune qui accompagnait l'outillage comprenait le Renne, *Cervus tarandus*, très abondant; un grand Bovidé, abondant; le Cheval, *Equus caballus*, rare; quelques débris de Blaireau, Renard, Ovidé ou Capridé, Oiseaux.

En dehors des os que nous avons reconnus nous-mêmes, la détermination, pour les pièces plus délicates, a été faite, soit par M. l'abbé Breuil, soit surtout par M. Harlé.

Dans un lot venant de notre dernière fouille, et que nous n'avions pas eu le temps de soumettre à M. Harlé, M. Boule a trouvé une molaire supérieure de *Rhinocéros tychorhinus*, des mâchoires et des os des membres de Marmotte (*Arctomys marmotta*), quelques débris de Bouquetin et d'un grand Loup.

Enfin, ajoutons qu'une anfractuosité de rocher, voisine de la Bouffia, a donné quelques débris, parmi lesquels M. Harlé a reconnu *Hyæna spælea* (canines).

Ainsi se trouve bien établie la contemporanéité du squelette avec une faune froide.

En résumé :

1° L'homme de la Bouffia de La Chapelle-aux-Saints est incontestablement de l'époque moustérienne.

2° Il a été intentionnellement enseveli.

3° On peut vraisemblablement croire, par suite de considérations qu'il serait trop long de développer ici, que la Bouffia était, non un lieu d'habitation, mais un tombeau où se sont donnés d'assez nombreux repas funéraires.

4° Cette découverte, s'ajoutant à celle plus récente de M. Hauser, au Moustier même, donne de précieuses indications sur la race humaine qui habitait notre région du Centre-Sud-Ouest à l'époque moustérienne.

ZOOLOGIE. — *Anatomie des organes appendiculaires de l'appareil reproducteur femelle des Blattes* (Periplaneta orientalis *L.*). Note [1] de M. **L. Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

A l'appareil reproducteur femelle des Blattes (*Periplaneta orientalis* L.) se trouvent annexés deux sortes d'organes, signalés par Siebold, L. Du-

(1) Présentée dans la séance du 23 novembre 1908.

four, etc., et appelés *réceptacle séminal* ou *spermatèque* et *glande sébifique* ou *sérifique*.

Jusqu'à présent les divers entomologistes qui se sont occupés des Orthoptères n'avaient décrit ces organes qu'incidemment et d'une façon très sommaire. Dans un travail que nous venons de terminer, nous les avons étudiés au triple point de vue anatomique, histologique et physiologique, et établi leurs rapports avec les derniers segments abdominaux.

Nous avons ainsi reconnu que leurs conduits excréteurs ne s'ouvrent pas, comme l'ont représenté certains auteurs, dans la partie terminale de l'oviducte impair. La présente Note est consacrée à l'anatomie de ces appendices génitaux.

1° *Réceptacle séminal* ou *spermathèque*. — Le réceptacle seminal de la *Periplaneta orientalis* est constitué par deux tubes d'inégale dimension. Le plus court est un appendice à peu près régulièrement cylindrique, sinueux et appliqué entre les deux expansions basilaires des apophyses génitales antérieures (ou supérieures). Sa surface externe est parcourue par une trachée très rameuse, présentant une teinte blanc argenté qui la rend facilement apparente. La lumière de la glande, uniformément tubuleuse, se termine par une pointe tronconique. Elle est limitée par une épaisse membrane chitineuse (*intima*), de laquelle partent d'innombrables canalicules qui vont se terminer dans les cellules de l'assise épithéliale. L'extrémité proximale du tube se rapproche de celle de son congénère et se soude finalement à cette dernière pendant un court trajet. Les deux canaux internes sont néanmoins toujours séparés et s'ouvrent individuellement à la face dorso-antérieure de la cavité vaginale, entre le 8e et le 9e sternite.

Le *reservoir séminal principal* a de 8^{mm} à 9^{mm} de longueur. Sa forme est celle d'une massue, à extrémité distale plus ou moins renflée suivant les types; elle affecte une forme tantôt hémisphérique, tantôt conique, tantôt pyramidale, tandis que sa partie moyenne et son extrémité proximale s'amincissent peu à peu et deviennent finalement cylindriques. La cavité ou lumière du réceptacle est tubuleuse, sauf son extrémité distale qui s'élargit brusquement et présente, de profil, à peu près la forme d'une équerre ou d'une crosse de fusil. Cette cavité, qui renferme de nombreux spermatozoïdes, est limitée par une membrane chitineuse, de teinte brunâtre, criblée d'une multitude de pertuis microscopiques, qui sont les parties terminales de petits filaments canaliculés intracellulaires. Ces filaments, sinueux et diversement recourbés, sont très nombreux et forment, tout autour du conduit, après dissociation et dilacération de l'assise épithéliale, une sorte de chevelu ou de manchon soyeux, lui donnant l'apparence d'une brosse à bouteille. Chaque filament se termine par une extrémité arrondie, qui souvent se continue par une tigelle très ténue. Les deux tubes sont recouverts extérieurement d'une musculature composée de fibres obliques et de faisceaux annulaires.

2° Les *glandes sérifiques*, que nous avons appelées, d'après leur structure morphologique, *glandes arborescentes*, forment un buisson rameux d'un volume considérable, occupant la presque totalité de la cavité abdominale postérieure. Elles sont situées

sous l'intestin terminal et le rectum qu'elles débordent latéralement, et reposent sur la paroi dorsale de la cavité vaginale. Leur volume et surtout leur teinte blanchâtre, très caractéristique, permettent de les apercevoir au premier abord, quand on a enlevé les derniers tergites abdominaux. L'organe, constitué par une multitude de canaux cylindriques, ramifiés dichotomiquement et terminés en pointe mousse, résulte, en réalité, de deux massifs différant entre eux par leur volume, la nature de leur produit et leur structure histologique. De plus, les deux glandes, bien que soudées à leur partie terminale, s'ouvrent néanmoins par deux orifices, très rapprochés, mais distincts, sur la paroi dorsale de la cavité vaginale, à travers le 9e sternite.

La glande *arborescente gauche*, infiniment plus développée que sa congénère du côté droit, comprend tout d'abord un tronc principal qui se bifurque en deux rameaux secondaires, lesquels se divisent dichotomiquement à leur tour un grand nombre de fois et forment un volumineux faisceau de filaments sinueux et enchevêtrés, occupant toute la cavité abdominale postérieure et entourant, de toutes parts, l'intestin terminal et l'ampoule rectale. Chez les jeunes nymphes, les filaments glandulaires sont diaphanes et transparents, tandis que chez les adultes ils présentent une teinte blanchâtre et lactescente due à la nature de leur contenu. Ce dernier est formé par un produit épais, compact et renfermant un grand nombre de cristaux cubiques et surtout octaédriques, de 4^{μ} à 20^{μ} de côté. Ces cristaux ne font leur apparition dans les vaisseaux glandulaires que vers la fin de la période nymphale.

La *glande droite*, beaucoup moins développée que la gauche, comprend un tronc principal, divisé tout d'abord en deux rameaux, desquels partent, par division dichotomique, un certain nombre de branches, formant un petit arbuscule recouvert par la glande gauche et la paroi droite de l'ampoule rectale. Le lumen de chaque tube est irrégulier, sinueux, et présente, de distance en distance, de petites tubérosités. De sa membrane chitineuse enveloppante partent des canalicules intra-cellulaires, pénétrant jusqu'au milieu de l'épithélium périphérique. Cette disposition, très caractéristique, peut facilement être mise en évidence. Quant au contenu glandulaire, il est composé d'un liquide hyalin, transparent, et sans aucune trace de cristaux.

En *résumé*, nous voyons qu'à l'appareil génital femelle des Blattes se trouvent annexés deux sortes d'organes :

1° Un *réceptacle séminal* ou *spermathèque*, composé de deux tubes de dimension très inégale. Le plus volumineux a son extrémité distale renflée, arrondie ou brusquement tronquée. Sa cavité renferme de nombreux spermatozoïdes. A leur partie proximale, les deux tubes se soudent en un conduit très court. Leurs orifices externes sont néanmoins distincts et situés entre le 8e et le 9e sternite abdominal.

2° Deux glandes accessoires ou *arborescentes* (appareil sébifique ou sérifique), de volume inégal, à structure histologique et à fonctions physiologiques différentes. La plus volumineuse sécrète des cristaux octaédriques de carbonate de chaux très abondants, surtout à l'époque de la ponte, et servant

à l'édification de l'oothèque. L'ouverture de ces deux glandes est située sur le 9e sternite de l'abdomen.

Nous voyons, en outre, que les deux appendices génitaux que nous venons de décrire (*spermathèque* et *glandes arborescentes*) n'ont aucun rapport, ni avec l'oviducte, ni avec l'utérus, mais bien avec les 8e et 9e sternites. On peut donc les considérer comme des appareils segmentaires, au même titre que les glandes génitales.

ÉVOLUTION DES ÊTRES VIVANTS. — *Recherches expérimentales sur les mutations évolutives de certains Crustacés de la famille des Atyidés.* Note de M. **Edmond Bordage**, présentée par M. Bouvier.

En l'année 1905, désirant avoir la confirmation expérimentale d'une hypothèse qu'il avait émise l'année précédente (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 446), M. le professeur E.-L. Bouvier m'engagea vivement à profiter de mon séjour à l'île de la Réunion pour entreprendre des recherches dans le but de vérifier si la forme décrite sous le nom d'*Atya serrata* par Spence Bate (*Atya brevirostris* de Man) ne représentait pas une mutation évolutive de l'*Ortmannia Alluaudi* (Bouvier).

Il est utile de rappeler rapidement ici que les crevettes du genre *Atya* se distinguent des *Ortmannia* par un certain nombre de caractères essentiels dont le plus remarquable porte sur la forme des pinces qui terminent les pattes des deux paires thoraciques antérieures. Les figures 1 et 2 montrent nettement les différences offertes par ces appendices. Chez *Atya*, les pinces sont fendues jusqu'à la base et divisées en deux doigts identiques munis d'un bouquet de très longs poils. Les pinces des *Ortmannia* présentent un bouquet de poils beaucoup plus courts et sont construites sur le modèle typique des pinces des Décapodes. Des différences notables s'observent aussi dans la forme du carpopodite ou article qui supporte la pince.

L'*Atya serrata* et l'*Ortmannia Alluaudi* se trouvent réunies assez abondamment dans les différents cours d'eau à régime torrentiel de l'île Bourbon, mais seulement dans la région montagneuse et relativement fraîche, jamais dans la région basse et chaude.

Malgré les nombreuses difficultés que je prévoyais, par le fait que, pour de multiples raisons, je serais obligé d'expérimenter sur le littoral, c'est-

à-dire dans des conditions défectueuses, j'entrepris les recherches indiquées par M. Bouvier.

Je songeai alors à utiliser un petit bassin en maçonnerie, situé dans un endroit très frais, dans l'une des cages de la ménagerie du Musée de Saint-Denis, et alimenté par la canalisation de la ville.

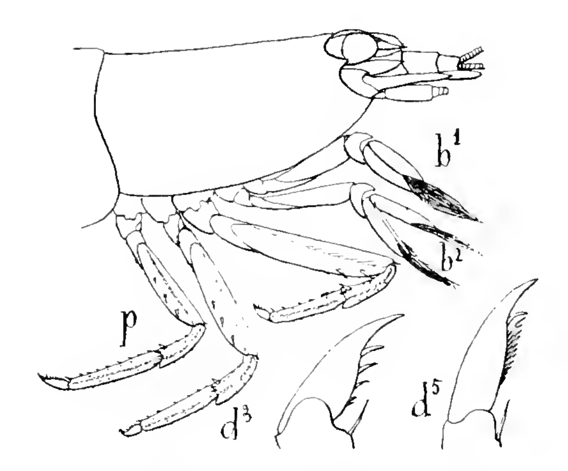


Fig. 1, destinée à montrer la forme des pinces b_1, b_2 chez *Atya serrata* (d'après M. Bouvier).

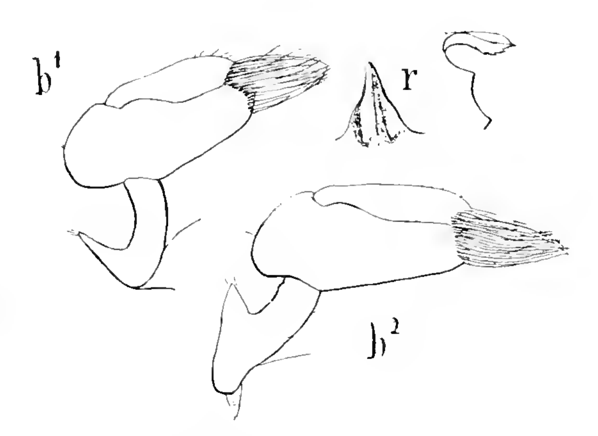


Fig. 2, destinée à montrer la forme des pinces b_1, b_2 chez *Ortmannia Alluaudi* (d'après M. Bouvier).

Ayant mis dans ce bassin une femelle d'*Ortmannia Alluaudi* chargée d'œufs, je remarquai, peu de jours après, en un point du bassin où l'eau se trouvait en ce moment vivement éclairée, de nombreuses larves. Avec un filet de fine mousseline j'en capturai une vingtaine d'un seul coup, profitant ainsi de l'héliotropisme positif très net qu'elles montraient. Cette première forme larvaire correspond au stade Zoé. Elle mesure de 2^{mm} à $2^{mm},5$ environ. Entre les yeux proprement dits on observe une petite tache pigmentaire noire, vestige d'un œil frontal médian. Parmi les appendices, il en est cinq paires très nettement visibles. Les deux premières paires représentent les antennules et les antennes; les trois autres paires semblent correspondre aux pattes-mâchoires. Il est difficile d'apercevoir les appendices buccaux proprement dits (*mandibules et mâchoires*).

Six jours après la constatation de la présence d'une grande quantité de Zoés, je remarquai, encore à ce moment du jour où une région du petit bassin se trouvait vivement éclairée, un groupe de larves d'aspect nouveau attirées par la lumière. Elles étaient peu nombreuses, une trentaine au maximum. Il me parut alors évident qu'un grand nombre de Zoés avaient péri. Il était dorénavant nécessaire d'éviter tout sacrifice de spécimens de formes larvaires destinés à des descriptions complètes, puisque le but que je me proposais n'était pas, somme toute, une étude approfondie du développement embryogénique des Atyidés. Et, dans ces conditions, ne pouvant songer à détruire la

moindre larve représentant ce deuxième stade, je dus me contenter d'en capturer provisoirement deux ou trois et de les examiner rapidement après les avoir placées dans un verre de montre plein d'eau. Elles me parurent absolument identiques. Elles correspondaient au *stade mysis* et mesuraient de 5^{mm},5 à 6^{mm}. La tache pigmentaire frontale a disparu et les yeux pédonculés ont fait leur apparition. Le bouclier céphalothoracique présente une pointe rostrale assez peu développée. Les appendices du céphalothorax sont au nombre de treize paires : une paire d'antennules, une paire d'antennes, une paire de mandibules, deux paires de mâchoires, trois paires de pattes-mâchoires et cinq paires de membres thoraciques. Après avoir examiné ces quelques spécimens de larves au stade mysis, je les remis, encore pleins de vigueur, dans le bassin.

Au bout de 12 jours, je constatai qu'aux larves Mysis avaient succédé de minuscules Crustacés présentant la forme de crevettes proprement dites. Ils me parurent très peu nombreux. Avec de grandes précautions, je fis alors vider le bassin et je capturai les crevettes. Il n'y en avait que sept; elles mesuraient de 9^{mm} à 9^{mm},5 environ et étaient toutes du type ortmannien. Je ne savais alors que conclure de cette première expérience, bien imparfaite; et c'est à ce moment surtout que je regrettai d'avoir prélevé, au début de cette expérience, une vingtaine de spécimens de Zoés pour les fixer sur une lame de verre. C'est peut-être l'un de ces spécimens qui, s'il eût vécu, m'eût donné, par son développement ultérieur, une preuve de la mutation soupçonnée. Mes regrets furent d'autant plus vifs que, 2 mois après, il me fallait définitivement quitter la Réunion.

L'expérience fut alors reprise avec une nouvelle femelle ovifère d'*Ortmannia Alluaudi*. Malgré de sérieuses difficultés causées surtout par les pluies torrentielles de l'hivernage, entraînant des perturbations, voire des interruptions, dans la circulation de l'eau amenée par la canalisation de la ville, j'arrivai enfin à la constatation tant désirée : les femelles d'*Ortmannia Alluaudi* peuvent donner naissance à de jeunes *Ortmannia* et à de jeunes *Atya*. L'hypothèse formulée par le professeur Bouvier se trouve donc ainsi vérifiée.

Des expériences menées parallèlement dans un autre bassin tendraient à établir que les femelles d'*Atya* ne donnent naissance qu'à des *Atya* non mélangées à des *Ortmannia*.

Il ne semble exister aucune différence extérieure apparente entre les larves Zoé et Mysis des *Atya* et celles des *Ortmannia*. Il est cependant certain que les seize œufs d'*Ortmannia* qui, dans la deuxième expérience, m'ont donné dix *Ortmannia* et six *Atya*, n'étaient pas identiques. Leur protoplasma contenait déjà en puissance, comme celui des larves Zoé et Mysis qui en provenaient, les différences qui se sont seulement extériorisées lors de la première apparition de la forme crevette proprement dite.

ZOOLOGIE BIOMÉTRIQUE. — *Limite supérieure de la proportion d'encéphale par rapport au poids du corps chez les Oiseaux.* Note de M. **Louis Lapicque**, présentée par M. Dastre.

Dans ma Note du 24 juin 1907 j'ai indiqué l'existence d'une limite supérieure pour la proportion d'encéphale; considérant en une seule série les Mammifères et les Oiseaux, j'avais, en première approximation, fixé cette limite à *à un vingtième* du poids du corps. Je suis aujourd'hui en mesure de préciser cette notion relativement aux Oiseaux.

Dans cette classe, l'encéphale peut atteindre la proportion de *un quinzième* du poids du corps, comme l'avaient indiqué quelques auteurs anciens. Il faut comparer cette proportion, pour en comprendre l'intérêt, avec le *coefficient de céphalisation*. Les diverses espèces d'un même genre ou d'une même famille, égales en organisation nerveuse, présentent la même valeur du coefficient de céphalisation, et une proportion d'autant plus élevée que leur taille sera plus petite; c'est donc dans les petites espèces de chaque groupe qu'il faut chercher la limite.

J'ai systématiquement examiné le plus grand nombre que j'ai pu des petites espèces de notre pays. Voici, résumées en un Tableau, les données qui me paraissent intéressantes pour la question. Les poids de corps et d'encéphale sont les moyennes du nombre de sujets indiqué dans la première colonne; le rapport de ces poids, indiqué dans l'avant-dernière colonne, représente le dénominateur de la fraction qui nous occupe en ce moment et qui est aussi le poids relatif de Cuvier; enfin, le chiffre de la dernière colonne représente le poids relatif physiologique; c'est le quotient du poids de l'encéphale par la puissance 0,56 du poids du corps, autrement dit le *coefficient de céphalisation* de Dubois.

Nombre de sujets	Espèce.	Poids du corps.	Poids de l'encéphale.	Rapport : $\frac{\text{corps}}{\text{encéphale}}$.	Coefficient de céphalisation.
		g	g		
4	*Phylloscopus rufus* (Bechst.)...	7,32	0,320	22,9	0,105
4	*Phylloscopus trochilus* (L.)....	8,80	0,347	25,3	0,102
4	*Anorthura troglodytes* (L.)...	9,26	0,488	19,0	0,141
3	*Certhia familiaris* L..........	9,37	0,441	21,0	0,127
7	*Regulus regulus* (L.).........	5,48	0,357	15,3	0,138
6	*Ægithalus caudatus* (L.).....	7,66	0,500	15,3	0,156
3	*Parus ater* L.................	10,23	0,691	14,8	0,188
9	*Parus palustris* L............	10,51	0,680	15,4	0,182
21	*Parus cæruleus* L.............	11,00	0,655	16,8	0,171
16	*Parus major* L................	18,70	0,865	21,6	0,171
5	*Sitta europæa* L..............	22,30	1,020	22,7	0,180

Les Pouillots (P. veloce, *Ph. rufus* et P. fitis, *Ph. trochilus*), malgré leur très petite taille, se tiennent bien au-dessous du quinzième; leur coefficient de céphalisation est faible (0,10 environ). Le Troglodyte, avec un poids du corps un peu plus élevé, présente la proportion déjà forte de un dix-neuvième, car il a un coefficient de céphalisation de 0,14 comme les Fauvettes auxquelles il est apparenté. Les chiffres véritablement significatifs sont offerts par les Mésanges et la famille des *Paridæ* en général. Chez les grandes espèces du groupe, la Sittelle, la Mésange charbonnière, le coefficient céphalique est de 0,17 et 0,18; deux espèces, la Nonnette (*Parus palustris*) et la Mésange à tête noire (*Parus ater*), moitié plus petites, ont le même coefficient de 0,18; elles atteignent la proportion de *un quinzième*. Mais la Mésange à longue queue (*Ægithalus caudatus*) est encore plus petite; la proportion reste la même, *un quinzième*; c'est que le coefficient de céphalisation est descendu à 0,156; enfin, le Roitelet (*Regulus regulus*), le plus petit de nos oiseaux, si voisin des Mésanges par ses formes, ses colorations vives et ses allures, présente encore la même proportion de *un quinzième*; mais son coefficient de céphalisation est descendu au-dessous de 0,14.

Nos granivores présentent en général des coefficients voisins de 0,12, de sorte que les plus petits d'entre eux, comme le *Cini*, *Serinus serinus* (L.), avec un poids corporel de 10g à 12g, atteignent à peine la proportion de *un vingt-cinquième*. Parmi les oiseaux exotiques, les petits bengalis (*Estrelda* divers) avec poids corporel de 5g à 6g et un coefficient également de 0,12, n'atteignent que la proportion de *un dix-septième*.

Mais les plus petits de tous les oiseaux se trouvent dans la famille si spéciale des oiseaux-mouches (*Trochilidæ*). Je dois à l'obligeance de M. Trouessart, avec des renseignement précieux, quelques spécimens qui m'ont permis de connaître, avec une approximation déjà intéressante, les données dont j'avais besoin pour ce groupe et ceux dont je parlerai ensuite.

Ces spécimens étaient, soit conservés dans l'alcool, soit desséchés après fixation au formol. J'ai appliqué les mêmes procédés à des espèces européennes que je connaissais directement, et, par comparaison, j'ai pu reconstituer les poids corporels. Quant aux poids encéphaliques, je les ai reconstitués, toujours comparativement, au moyen de moulages de la cavité crânienne; chez les petits oiseaux, ces moulages reproduisent avec une précision étonnante la forme de l'encéphale lui-même.

Les *Trochilidæ* m'ont montré un extrêmement petit coefficient céphalique. Ainsi *Delattria henrica* (Less.) avec un poids corporel d'environ 6g et un encéphale d'environ 0g,20, donne un coefficient un peu inférieur à 0,08; aussi le minuscule *Mellisuga minima* (L.), le plus petit de tous les oiseaux, avec un poids corporel d'environ 2g et un encéphale d'environ 0g,13, montre une proportion de *un quinzième* en gardant sensiblement le même coefficient céphalique.

Les *Nectarinidæ*, qui tiennent dans la faune de l'ancien monde la même place que les *Trochilidæ* dans le nouveau, présentent, d'après les deux échantillons que j'ai eus, des coefficients beaucoup plus élevés. *Cinnyris fuliginosa* (Shaw) : poids corporel, 7g,20 ; encéphale, 0,43 ; coefficient, 0,14 ; proportion, *un dix-septième*. *Nectarinia pulchella* (L.) : poids corporel, 6g,25 ; encéphale, 0,35 ; coefficient, 0,13 ; proportion, *un dix-huitième*.

Autant que je sache, il n'existe pas de *Nectarinidæ* beaucoup plus petits que ceux-là ; il n'en existe pas approchant, comme petitesse, du *Mellisuga*.

D'autre part, il fallait examiner la famille d'oiseaux où le coefficient est le plus élevé ; ce sont les *Psittacidæ* ; j'ai trouvé chez le Perroquet amazone (*Chrysotis amazonica* L.) le coefficient de 0,30. Les plus petites espèces de *Psittacidæ* sont précisément celles d'un genre voisin et habitant la même région, le genre *Psittacula*. Un *Psittacula celestis* (Less.) m'a donné les valeurs approximatives suivantes : poids corporel, 17g ; encéphale, 1g,10 ; coefficient, 0,22 ; proportion, *un quinzième*.

Les documents me paraissent suffisants pour conclure ainsi.

1° Il n'existe pas d'oiseaux présentant une proportion d'encéphale plus élevée que *un quinzième* du poids corporel.

2° Ce maximum n'est pas une simple constatation statistique ; c'est une condition d'existence qui limite effectivement la variation des espèces ; avec un certain développement nerveux, la taille ne peut pas descendre au-dessous d'une certaine grandeur ; ou, inversement, avec une certaine taille, le développement nerveux ne peut pas s'accroître au delà d'un certain degré.

Il est bien entendu qu'il s'agit d'espèces ou, si l'on veut, d'individus conformes à un type stable qui peut se reproduire et se maintenir dans la descendance.

EMBRYOGÉNIE. — *Sur la* Syllis vivipara *et le problème de sa sexualité.* Note de M. **Aug. Michel**, présentée par M. Henneguy.

La *Syllis vivipara* offre un intérêt général, non seulement par sa viviparité, caractère très exceptionnel chez les Annélides, mais plus encore par le mystère qui plane sur sa reproduction relativement à la sexualité, attendu qu'on n'a jamais trouvé dans cette espèce ni mâle, ni élément mâle ; d'ailleurs très peu d'observateurs ont été à même de voir des représentants de ce type. Il ne me paraît donc pas inutile de rapporter des observations faites cet été à Naples, qui, avec quelques indications nouvelles, viennent, pour les conclusions principales, confirmer les résultats de Goodrich (*Journ. Linn. Soc*

London, t. XXVIII, 1900), à savoir la réalité de la viviparité (déjà indiquée par Krohn, le découvreur de l'espèce, mais mise en doute par divers auteurs), le caractère femelle de tous les individus rencontrés, même leur état habituel de gestation d'œufs peu nombreux ou d'embryons, et le doute sur l'existence même de simples éléments mâles.

Cette espèce est d'aspect très semblable à la *Syllis prolifera*, à laquelle surtout elle est mêlée; le triage s'en fait assez facilement par l'état de gestation de celle-là, et à l'époque par l'état de stolonisation de celle-ci; car la formation de stolons chez *S. vivipara* n'a pas été signalée et je n'en ai vu non plus aucune trace. Je puis ajouter comme signe commode que, au moins à Naples, l'œsophage de *S. prolifera* était presque toujours rougeâtre, aspect que je n'ai jamais rencontré chez *S. vivipara*. Mais, semble-t-il, il n'y a encore qu'un seul caractère constant, quoique d'observation très minutieuse, celui qu'a signalé Krohn, la dent terminale des soies, simple chez l'espèce vivipare, double chez l'autre.

A Naples, Goodrich avait trouvé ses vingt exemplaires de *S. vivipara* dans les aquariums de la Station zoologique; j'ai pu retrouver cette espèce à l'état libre, d'ailleurs en très petit nombre et dans un habitat très limité (non loin du quai, à peu près à égale distance des bâtiments de la Station et du port de Mergellina) : car, malgré des dragages d'algues, répétés (¹) pendant plusieurs mois en des points variés de la baie, puis plus spécialement au lieu indiqué, je n'ai pu recueillir, parmi de nombreux exemplaires de Syllidiens, que quatorze individus de cette espèce, tous de la même provenance en plusieurs récoltes.

Presque tous ces exemplaires avaient la seconde partie du corps plus ou moins distendue de larves; on les voyait, disposées en long dans la cavité, y remuer et même s'y retourner, bien qu'au nombre d'une vingtaine (une fois 25) et par là très à l'étroit; leur nature ne saurait être mise en doute à l'observation : car, sortant par rupture du corps de la mère, déjà pourvues de 10 à 20 anneaux sétigères, elles présentaient de la façon la plus nette les caractères des Syllidiens (notamment tête avec ses appendices, cirres, proventricule qu'on voyait fonctionner). Deux individus n'avaient pas de larves, mais l'extrémité tronquée montrait qu'ils s'étaient vidés récemment. Un individu ayant, après évacuation des larves, conservé des œufs, j'ai suivi leur évolution dans la cavité du corps : après une semaine, on y voyait nager, à l'aide de leurs cils, des larves trochoïdes pourvues d'yeux; un peu plus tard les larves s'étaient allongées et alors on y remarquait, en particulier,

---

(¹) Qu'il me soit permis de remercier ici publiquement du zèle inlassable mis en œuvre à mon égard pour la récolte et le triage des Syllidiens, spécialement dans la recherche patiente de l'espèce en question, M. le Dr Lo Bianco et le Service qu'il dirige à la Station de Naples avec tant de compétence et de dévouement.

un proventricule animé de mouvements actifs; après deux semaines, elles remplissaient toute la cavité et s'y retournaient fréquemment. Chez un autre individu, plus petit et tout à fait transparent, les derniers anneaux n'étaient encore qu'en ovogenèse. En somme, tous les individus rencontrés étaient des femelles.

Comme les Annélides polychètes n'ont pas de rapprochement sexuel, cette viviparité pose un problème relativement à la fécondation, pour lequel on a proposé trois explications : 1° pénétration de spermatozoïdes jusque dans la cavité du corps, mais jusqu'à présent on n'a pas trouvé d'individus mâles; 2° hermaphrodisme, mais ni Goodrich ni moi n'avons trouvé de traces certaines de spermatogenèse ou de spermatozoïdes; en observant sur le vivant l'individu transparent cité précédemment, j'avais aperçu des filaments libres et mobiles; mais les préparations par coupes de cet individu m'ont montré des bactéries qui, probablement, en donnent l'interprétation: j'ai bien vu aussi sur ces coupes des corpuscules à noyau très colorable, mais je n'ai pu y découvrir de queue; 3° parthénogenèse : c'est là une solution négative qu'il serait encore imprudent d'accepter définitivement. En publiant l'habitat de l'espèce, j'ai l'espoir de provoquer quelques nouvelles observations; peut-être à une époque moins avancée de l'année les conditions d'observation seraient-elles plus favorables, en fournissant plus d'exemples d'états jeunes, pour lever dans un sens ou dans l'autre le doute qui pèse encore sur l'existence chez *Syllis vivipara* d'éléments mâles, d'origine mâle ou hermaphrodite.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Filtrage des rayons X par l'aluminium.* Note de M. H. Guilleminot, présentée par M. Bouchard.

J'ai indiqué antérieurement les résultats que m'a donnés pour l'expérimentation radiobiologique l'emploi de la quantitométrie fluoroscopique des rayons X, et de l'unité d'intensité que j'ai adoptée (¹). Ce même système de mesure m'a permis de définir l'action exercée par les filtres qui aujourd'hui sont d'un emploi courant en médecine et d'analyser les faisceaux utilisés.

Je vais donner aujourd'hui le résultat de mes expériences relatives aux

(¹) *Comptes rendus* des 28 octobre 1907, 11 novembre 1907, 16 mars 1908 et 22 juin 1908.

filtres d'aluminium et présenter des courbes qui, à la simple inspection, donnent la qualité et la quantité du rayonnement transmis pour cent unités [1] de rayonnement incident de toute qualité.

Un faisceau, au sortir du tube de Crookes, se compose, on le sait, d'une série de faisceaux simples que nous pouvons appeler *monochromatiques* par analogie avec la lumière. Chacun de ces faisceaux simples a un degré de pénétration différent à travers le corps; c'est pourquoi le rayonnement durcit à la traversée de la matière, les faisceaux composants tendant à s'annuler d'autant plus vite qu'ils sont moins pénétrants. La conséquence de cette complexité des faisceaux de rayons X, c'est que l'intensité globale I du faisceau émergeant derrière des lames de matière d'épaisseur croissante telles que des filtres d'aluminium n'est pas une fonction simple de l'intensité globale I_0 du faisceau incident et de l'épaisseur du filtre, mais elle dépend avant tout de la composition du faisceau et du radiochroïsme du filtre.

En effet, supposons un rayonnement composé de faisceaux monochromatiques qui, à travers $0^{mm},1$ d'aluminium, transmettent 0,97, 0,96, 0,95, ..., 0,80 de leurs intensités initiales i_0, i'_0, i''_0, ...: l'intensité globale transmise sera la somme de ces intensités partielles, et le coefficient de transmission globale sera une moyenne entre les coefficients de transmission de chaque faisceau. Si nous appelons k, k', k'', ..., ces coefficients pour un filtre de $0^{mm},1$; l'intensité i, i', i'', ... des faisceaux monochromatiques émergeant au delà d'un filtre de n dixièmes de millimètre d'épaisseur sera $i_0 k^n$, $i'_0 k'^n$, $i''_0 k''^n$, ..., et l'intensité globale du faisceau filtré sera la somme de ces intensités partielles.

Si l'on voulait exprimer numériquement la courbe d'un faisceau complexe en fonction de toutes ses composantes, le problème serait donc à peu près insoluble. J'ai cherché si l'on pouvait arriver à définir des courbes répondant assez rigoureusement aux courbes réelles et exprimées par deux ou plusieurs logarithmiques composantes. Pour cela, j'ai construit arbitrairement une série de courbes complexes résultant de combinaisons variées de 15, de 6, de 4, puis de 2 composantes. Je suis arrivé à ce résultat que, dans tous les cas et entre certaines limites (jusqu'à $I = 0,16 I_0$), on peut, avec une approximation suffisante, regarder les courbes réelles comme la moyenne entre deux courbes monochromatiques convenablement choisies. Ainsi, traçons une courbe en portant en abscisses les épaisseurs d'aluminium, et en ordonnées les intensités mesurées au fluoroscope, cette courbe coïncide avec une moyenne entre deux courbes monochromatiques calculées : l'une, supérieure, qui représente la limite vers laquelle tend la courbe réelle, l'autre, inférieure, qui tend à s'annuler avec l'épaisseur croissante du filtre.

---

(1) L'unité choisie est l'unité fluoroscopique que j'ai désignée par la lettre M et que j'ai rattachée au système C.G.S. par l'intermédiaire de la réaction Freund-Bordier.

Le rapprochement des courbes propres à chaque qualité de rayonnement m'avait d'abord conduit à adopter les composantes suivantes : si l'on considère l'épaisseur d'aluminium ε pour laquelle $I = 0,50\,I_0$, les composantes étaient toujours les logarithmiques pour lesquelles $i = 0,75\,i_0$ et $i' = 0,25\,i'_0$, de telle sorte que, pour une épaisseur n, on avait

$$I = 100\,\frac{0,75^{\frac{n}{\varepsilon}} + 0,25^{\frac{n}{\varepsilon}}}{2}$$

Depuis mes premiers travaux, en rapportant les moyennes expérimentales sur le Tableau des courbes calculées, j'ai vu que, pour les rayons mous, les courbes réelles s'inclinaient un peu plus vite que les courbes théoriques, comme si le spectre des rayons mous était un peu moins étendu que celui des rayons durs et que les composantes dussent être moins divergentes. Finalement, j'ai sérié mes courbes en tenant compte de cette remarque et suis arrivé aux courbes que je présente aujourd'hui.

La qualité d'un faisceau est indiquée par un numéro d'ordre : 0,35, 0,40, etc., qui est le coefficient de pénétration moyen de ce faisceau à travers un filtre d'aluminium de 1^{mm} d'épaisseur. Ainsi le faisceau 0,35 correspond environ au nº 3 de Benoist; le 0,425 est un nº 4 faible; le 0,525 est un nº 5, etc.

Ne pouvant reproduire ici ces graphiques dans lesquels chaque qualité de rayonnement est affectée d'une couleur spéciale qui montre de couche en couche le durcissement du faisceau, j'indique à titre d'exemple les ordonnées numériques de la courbe 0,525, c'est-à-dire l'intensité du faisceau transmis de dixième de millimètre en dixième de millimètre, entre 0^{mm} et 1^{mm}, et la qualité correspondante :

Épaisseur du filtre.	Intensité ou quantité.	Qualité.
mm		
0	100	0,525
0,1	92,877	0,535
0,2	86,449	0,546
0,3	80,641	0,556
0,4	75,385	0,567
0,5	70,620	0,577
0,6	66,293	0,587
0,7	62,358	0,597
0,8	58,771	0,606
0,9	55,386	0,616
1	52,500	0,625

Si l'on observe ces courbes, on voit, par exemple, que 100 unités de rayons 0,525 deviennent, derrière un filtre de 1^{mm}, 52,5 unités de rayons 0,625 : ces deux renseignements, le premier relatif à la quantité disponible, le second à la qualité du faisceau émergent, sont pratiquement les plus utiles.

Elles montrent, en outre, que des faisceaux filtrés de qualité 0,60, 0,70, etc., deviennent moins vite des faisceaux 0,65, 0,75, etc., que les faisceaux non filtrés de même qualité; c'est-à-dire qu'une même épaisseur d'aluminium durcit moins vite un faisceau déjà filtré qu'un faisceau tel qu'il sort du tube de Crookes. Elles permettent ainsi de se faire une idée plus exacte de la valeur des différents faisceaux dont la qualité apparente est la même.

Lorsque, du pouvoir fluoroscopique qui ici sert de mesure au rayonnement, on passe au pouvoir radiographique ou biochimique de ce rayonnement, il est certain que le coefficient propre à chaque qualité et qui permet de passer de l'un à l'autre n'est pas rigoureusement le même pour des faisceaux de qualité apparente identique mais de composition réellement différente.

GÉOLOGIE. — *Sur les nappes de charriage du Salzkammergut (environs d'Ischl et d'Aussee).* Note de M. **Émile Haug**, présentée par M. Michel Lévy.

En 1903, au cours d'une excursion dans les Alpes de Salzbourg et dans le Salzkammergut, j'acquis la conviction que la structure de ces massifs, et sans doute celle de l'ensemble des Alpes calcaires septentrionales, ne peut s'expliquer autrement que par l'hypothèse de quatre nappes de charriage superposées, caractérisées chacune par des facies particuliers des terrains secondaires.

Dans une première Note préliminaire j'introduisais pour ces nappes les dénominations suivantes (de bas en haut) : 1° *nappe de Bavière*; 2° *nappe du Sel*; 3° *nappe de Hallstatt*; 4° *nappe du Dachstein*. Après plusieurs voyages successifs dans les Alpes de Salzbourg, je montrais, en 1906, dans un Mémoire spécial, que mon hypothèse rend compte de toutes les particularités de la tectonique de cette région. Depuis, j'ai pu étendre mes recherches au Salzkammergut, c'est-à-dire aux environs d'Ischl, de Hallstatt et

d'Aussee, et j'ai pu en pousser assez loin l'exploration pour être à même de préciser, ici aussi, l'extension des quatre nappes et leurs relations réciproques. J'ai été amené, toutefois, cette année même, à conclure à l'existence d'une cinquième nappe, qui est comprise entre la nappe de Bavière et la nappe du Sel et que j'appellerai provisoirement la *nappe du Todte Gebirge*, car elle constitue entièrement le grand massif de ce nom, tout en formant également des lambeaux peu étendus dans le nord-ouest du Salzkammergut.

En effet, de Sankt-Gilgen à Ischl, la nappe de Bavière forme un long synclinal, dans l'axe duquel se trouve le lac de Sankt-Wolfgang. Ses couches les plus récentes sont les couches de Gosau crétacées, qui s'étendent en transgressivité sur le Trias supérieur ou sur le Jurassique des flancs nord et sud du synclinal. En divers points, des terrains plus anciens s'appuient sur ce Crétacé. Il est difficile de les interpréter autrement que comme des lambeaux de recouvrement, témoins d'une ou de plusieurs nappes superposées à la nappe de Bavière et conservés dans le fond du synclinal.

Ce sont d'abord de grosses masses de calcaire du Dachstein qui reposent sur les couches de Gosau (rocher au nord du Sankt-Gilgen, Sparber au sud de Strobl). Puis ce sont des lambeaux de calcaires tithoniques coralligènes, du type *Plassenkalk*, qui sont séparés, par une lame de couches de Gosau, des couches d'Oberalm, faciès du Jurassique supérieur caractéristique de la nappe de Bavière, ou qui reposent directement sur le Trias supérieur (Purgelstein, Lugberg, près Strobl; Jainzen, près Ischl).

En plusieurs points, les marnes salifères du Trias inférieur s'appuient sur ce Tithonique; mais, le plus souvent, elles sont immédiatement superposées aux couches de Gosau de la nappe de Bavière. Ce sont des témoins plus ou moins étendus de la nappe du Sel, qui, en divers endroits, servent de soubassement à des monticules isolés de calcaire de Hallstatt (Waidinger, Rabennest, Sirius Kogl).

A l'est de Weissenbach, le bord méridional du synclinal de Sankt-Wolfgang est caché sous un vaste témoin de la nappe du Dachstein, le Kater Gebirge, qui présente, dans ses escarpements tournés au Nord, de belles charnières frontales. Près du Nussensee, à l'ouest d'Ischl, les calcaires du Dachstein de la nappe supérieure sont séparés des couches de Gosau de la nappe de Bavière par une lame de calcaire de Hallstatt et par des marnes salifères. Les quatre nappes peuvent donc être observées ici en superposition, mais les calcaires tithoniques manquent.

A l'Ouest, les calcaires du Dachstein du Kater Gebirge s'appuient sur la retombée Est du massif de l'Osterhorn (nappe de Bavière). Au Sud, c'est la fenêtre de Gosau et de la mine de Hallstatt. A l'Est, par suite d'un bombement que la vallée de la Traun entame assez profondément, on voit apparaître, près de Goisern, sous les dolomies ladiniennes de la nappe du Dachstein, le substratum de cette nappe : calcaires de Hallstatt, à Laufen; plus au Sud, calcaires jurassiques de la nappe de Bavière, avec, au contact, lame de marnes salifères, visible sur la route qui mène à la Chorinsky Klause, près de Ramsau, calcaires noriens et marnes salifères.

Sur la rive droite de la Traun et jusqu'à Altaussee, les nappes moyennes affleurent sur une grande étendue, car, par suite du relèvement du plan de charriage, elles se sont trouvées démantelées de la nappe supérieure qui les recouvrait et qui forme, plus au Sud, le Sarstein et le massif du Dachstein. Entre Goisern et Aussee, la nappe du Sel prend un grand développement. Elle comprend ici, outre les marnes salifères, les marnes du Zlambach noriennes, avec leurs intercalations de calcaires à *Halorella pedata* et de calcaires noduleux (*Pötschenkalk*).

Les calcaires de Hallstatt forment toute une série de monticules isolés, posés sur les marnes du Zlambach. Ce sont manifestement des lambeaux d'une nappe indépendante. En effet, au Raschberg, des calcaires de Hallstatt carniens reposent sur des marnes du Zlambach noriennes.

Au nord et à l'est de cette région triasique, constituée par des affleurements des deux nappes moyennes, on voit s'élever de hauts massifs jurassiques qu'on pourrait à première vue prendre pour la couverture normale du Trias. Il n'en est rien, car les marnes salifères, les couches du Zlambach et les calcaires de Hallstatt d'Altaussee s'appuient nettement sur les couches jurassiques du Sandling et sur les calcaires triasiques du soubassement du Loser, qui s'enfoncent sous les nappes moyennes et appartiennent, par conséquent, à une nappe inférieure. Le Sandling doit être envisagé comme une fenêtre des nappes moyennes, dans laquelle la nappe inférieure forme, en quelque sorte, hernie.

L'analogie structurale de cette montagne avec le Faron et le Coudon, près de Toulon, m'a vivement frappé. Par contre, le lac d'Altaussee correspond à un synclinal de la nappe inférieure, qui contient encore des lambeaux de calcaires à *Halorella pedata*, appartenant à la nappe du Sel. Le Grundl See semble jouer le même rôle.

Cette nappe inférieure à la nappe du Sel n'est pas la nappe de Bavière, car en la suivant vers le Nord-Ouest jusqu'à la Schwarzenberg Alp, j'ai pu constater que ses calcaires triasiques sont charriés sur le Lias de cette nappe. Elle constitue donc une nappe indépendante, dont tout le Todte Gebirge fait partie. Le Trias supérieur y est à l'état de calcaire du Dachstein et non de Hauptdolomit, comme dans la nappe de Bavière. Le Lias y est représenté, non plus par des formations bathyales, mais par les calcaires du Hierlatz. Le Jurassique supérieur y est développé sous la forme de calcaires massifs, inconnus dans la nappe de Bavière, mais que nous retrouvons dans les lambeaux de recouvrement conservés dans le synclinal du lac de Sankt-Wolfgang. Ceux-ci appartiennent donc également à la nappe du Todte Gebirge, ici fortement morcelée et discontinue.

GÉOLOGIE. — *Sur le régime hydrographique et climatérique algérien depuis l'époque oligocène.* Note de M. **J. Savornin**, présentée par M. Michel Lévy.

On doit aux recherches méthodiques de M. Ficheur la détermination précise de l'âge aquitanien de certaines formations continentales, ordinairement colorées en rouge, jusqu'alors attribuées à des étages divers [1]. La répartition des différents témoins de ces dépôts est figurée avec quelque exactitude sur la dernière édition de la Carte géologique au $\frac{1}{800000}$ de l'Algérie (1900), et les travaux récents n'y apporteront que des modifications de détail et quelques additions.

Mais, indépendamment de cette considération du rôle *actuel* des lambeaux oligocènes, suffisamment envisagée jusqu'ici, il semble qu'on ait peu songé à remonter aux conditions topographiques et climatériques spéciales qui ont dû présider à leur formation. L'examen minutieux de la constitution intime des dépôts considérés, dans chacune des régions où ils sont reconnus, devient ici nécessaire.

Je me suis ainsi rendu compte qu'il faut distinguer, dans l'*Oligocène rouge*, trois types de dépôts : torrentiels, fluviatiles et lacustres. Ces dépôts distincts sont de véritables *facies hydrographiques* dont la distribution, tant d'après les indications publiées jusqu'ici, que d'après mes observations personnelles, est la suivante :

1° *Atterrissements torrentiels.* — Visibles dans les petites montagnes, ordinairement boisées qui longent à faible distance au sud de la chaîne éocrétacique [2] de Berrouaguia-Souagui-Masqueray (Sour Djouab)-Aumale. Ce sont d'énormes blocs, accumulés sur une épaisseur considérable, arrachés tantôt au Cénomanien calcaire, riche en céphalopodes, tantôt à l'Urgo-Aptien gréseux avec récifs calcaires. Il est à noter qu'aux points correspondants de la chaîne, la prédominance orographique appartient justement d'une part (à l'est de Sour-Djouab) au Cénomanien, de l'autre (à l'ouest) à l'Urgo-Aptien : ce qui démontre l'origine rigoureusement locale des éléments de l'Oligocène.

---

(1) E. Ficheur, *Les terrains d'eau douce du bassin de Constantine* (*Bull. de la Société géologique de France*, 3e série, t. XXII, 1894).

(2) J'ai récemment constaté que la *chaîne des Biban* n'est nullement traversée à Souagui par l'Oligocène, de sorte qu'elle forme bien, comme je l'avais prévu en 1905, un *partage des eaux* de cette époque [cf. *La chaîne des Biban pour le géographe et le géologue* (*Association française pour l'avancement des Sciences : Congrès de Cherbourg*, 1905)].

Je crois avoir noté qu'à l'est du Djurjura (Akbou) les éléments de l'Oligocène sont aussi locaux (Medjanien, etc.), mais moins volumineux que dans la région ci-dessus.

2° *Poudingues fluviatiles.* — Existent parfois en minces intercalations dans les précédents, où ils marquent simplement de courtes phases plus ou moins périodiques. Règnent seuls au sud-est d'Aumale (collines entre le Zaccour et le Djebel Sardoun); seuls aussi au Djebel Choukchot, flanc sud. Seraient représentés en divers points du bassin de Constantine (¹), au flanc sud du Djurjura et dans le bassin de Médéa (²). Accidentels au nord du Hodna, où ils ne sont parfois que le remaniement de poudingues sénoniens semblables (région du Bou Taleb), de même que sur le revers des montagnes entourant le bassin d'Ampère. Se montrent également au sud du Hodna (derrière le Djebel Maharga), au sud de Mdoukal et dans les vallées de l'Aurès (³).

Leur éléments sont des galets elliptiques d'origine relativement lointaine; mais la grande extension des affleurements crétaciques qui les ont ordinairement fournis ne permet pas de reconnaître exactement la direction des courants fluviaux.

3° *Sels et argiles rouges.* — Occupent tout le bassin proprement dit du Hodna (qui est rejeté en dehors des cuvettes successives éogènes et néogènes) (⁴). Se remarquent également sur les plateaux sétifiens dans des cuvettes bien conservées (plaines des Birhas) ou transformées en étroits synclinaux linéaires couchés (entre Colbert et Ampère). Des dépots fins analogues existent aussi dans le bassin de Médéa (⁵) où on les voit très nettement dans des tranchées du chemin de fer.

Dans les régions qui me sont connues, les sables fins sont parfois agglutinés en grès; les argiles peuvent devenir des limons terreux, fréquemment gypsifères : véritable dépôt de sebkha.

Par la considération de ces principaux faits, j'ai été conduit à l'énoncé des propositions que voici :

a. Pendant l'époque aquitanienne, une grande partie du sol algéro-constantinois était occupée, jusqu'assez près du littorral actuel, par des *bassins fermés* plus ou moins distincts : (Médéa, Hodna-Nord, Chotts sétifiens, région constantinoise, etc.) et cette disposition hydrographique offrait d'étroites analogies avec celle qui se trouve aujourd'hui dans des régions généralement un peu plus méridionales (chotts et sebkhas des hauts plateaux.

b. Ces bassins étaient séparés non seulement par des montagnes plus ou

(¹) E. Ficheur, *loc. cit.* (*passim*).

(²) Id., *loc. cit.*, légende de la figure 10.

(³) Id., *Les plissements de l'Aurès et les formations oligocènes dans le sud de Constantine* (*Comptes rendus*, 20 juin 1898).

(⁴) J. Savornin, *La technique au sud-ouest du Chott el Hodna* (*Comptes rendus*, 13 novembre 1905).

(⁵) E. Ficheur, *loc. cit.*, légende de la figure 10; et observation personnelle.

moins continues, mais encore par des traînées alluviales ou des *seuils* couverts d'atterrissements, à la manière des bassins fermés actuels.

c. La grande épaisseur des dépôts torrentiels, en tête des bassins fluviatiles correspondant à ces cuvettes, n'est conciliable qu'avec un *climat subdésertique*, à longues périodes de sécheresse assurant la désagrégation des roches et les préparant au transport par saccades aux moments de précipitations atmosphériques violentes, mais de courte durée.

L'invasion marine *miocène*, dont j'ai montré l'ampleur dans des Communications antérieures, a pu changer pour un temps ce double régime. Mais on en retrouve la trace évidente à l'époque *pliocène*, qui a vu de nouveaux bassins fermés presque sur les mêmes emplacements que ceux de l'Oligocène. Enfin, cette disposition hydrographique aurait persisté, sans modification notable, jusqu'à l'heure actuelle si, à la faveur de la période humide qui a caractérisé une partie des temps *pléistocènes*, les fleuves méditerranéens n'avaient capté quelques-uns des bassins fermés : par le haut Chéliff, le haut Isser, le Bou Sellam et le Rhummel.

GÉOLOGIE. — *Sur le substratum de la nappe de charriage du Péloponèse.* Note de M. **Ph. Négris**, présentée par M. Douvillé.

La nappe du charriage du Péloponèse repose le plus souvent soit sur le flysch nummulitique, comme au mont Olonos, au mont Ithôme, ou plus à l'Est, à Giannitsa sur le Taygète, à Magouliana en Arcadie, soit sur le calcaire crétacé-éocène, dit *de Tripolitsa*, comme au Chelmos, au Ziria, sur la crête orientale des monts d'Arcadie. Dans toutes ces régions, la présence des Nummulites dans le substratum permet de distinguer facilement ce dernier de la nappe. Il n'en est plus de même lorsque cette ressource fait défaut, comme cela arrive à l'ouest du Chelmos. Ici l'on observe encore souvent comme substratum le flysch, mais sans Nummulites, avec bancs calcaires marneux, alternant avec des bancs de calcaires gris, les uns compacts, les autres grenus, accompagnés presque toujours de calcaires bréchoïdes paraissant provenir de la trituration de calcaires marneux resondés et cristallisés après la trituration, sauf certains fragments jaunâtres pouvant atteindre quelques millimètres qui conservent leur facies primitif. Ces bancs bréchoïdes caractéristiques en plusieurs endroits, comme à Koumani, à Kaloussi, villages situés au nord de la chaîne d'Olonos, se confondent avec le calcaire nummulitique, si bien qu'on ne saurait mettre en doute leur âge

éocène. Ce flysch sans Nummulites, mais avec bancs calcaires gris cristallins et bréchoïdes, se présente souvent à travers les fenêtres de la nappe, comme au mont Voïdias, dans les environs de Salmeniko, et sur le sentier de Salmeniko à Haverna; en particulier dans le ravin Mouressi, la nappe se montre au-dessus avec une discordance très nette. Le même flysch se présente plus au Sud, à Agriokampos, et plus au Nord, dans les environs de Kastritsi. Dans toutes ces régions il est souvent difficile de distinguer la formation gréseuse de la nappe d'avec le flysch du substratum : les seuls caractères distinctifs sont, d'une part, les bancs de calcaire gris dans le flysch, d'autre part un banc de grès à gros éléments que nous avons cité à Ithôme dans le grès de la nappe et qu'on retrouve ici, comme sur le versant est de la vallée de Salmeniko et sur les deux versants de la vallée du Charadros qui débouche à côté de Rhion, à l'Ouest.

En d'autres points, le substratum de la nappe est plus compliqué encore. C'est ainsi que souvent apparait, sous la nappe, du calcaire en plaquettes avec intercalations de jaspe, noir comme de l'encre, caractéristique. Cette formation apparait aux sommets des monts Pteri, Voïdia, Hagios Petros, Astras et de la chaîne de l'Olonos. La nappe enveloppe les versants de ces montagnes, tantôt en se modelant sur toutes les irrégularités, tantôt en se décollant et se replissant plusieurs fois sur elle-même en isoclinaux discordants sur les couches sous-jacentes : ainsi au mont Voïdia, au Nord et à l'Est, elle se moule plus ou moins sur le substratum, en présentant les trois termes qui la composent : calcaires, jaspes et grès; à l'Ouest, au contraire, elle forme des isoclinaux présentant les deux premiers termes seulement, comme si ceux-ci avaient cédé plus facilement aux poussées latérales et s'étaient replissés, indépendamment des couches sur lesquels ils reposaient. C'est un phénomène qui se présente très fréquemment, comme au Lycodimo, aux monts Olonos, Hagios Petros, Kalliphoni dans le Péloponése, au mont Rigani en face sur le Continent. Au mont Voïdia même, ainsi qu'au mont Rigani qui lui fait face, il semble qu'au milieu des isoclinaux il y ait des couches tertiaires, peut-être oligocènes, qui s'étaient déposées sur la nappe et qui se trouvent prises dans les plis, comme à Pournarokastro et Gaïdouriari, à l'ouest de la première montagne, et à Lefka, à l'ouest de la seconde. Tout ce faisceau de plis isoclinaux est d'ailleurs renversé sur le flysch nummulitique, qui recouvre le calcaire crétacé-éocène de Glokova, à l'ouest de Rigani.

Le calcaire avec jaspes noirs n'apparait pas seulement au sommet du Voïdia : il affleure à l'Est, en allant de Salmeniko a Agriocampos par le versant ouest de la vallée, par deux fois : au col, j'ai trouvé dans ce calcaire une empreinte rappelant un *Inocérame;* malheureusement la charnière manque, ce qui rend la détermination douteuse. La même formation affleure au sud de Patras, dans le ravin dit *Veromana*, en pleine discordance avec les plis de la nappe; ici, cette formation présente aussi des parties marneuses et des grès qui finissent par dominer vers la base. La même formation se retrouve le long de la route Patras-Kalavryta, entre Chalandritsa et le *Chani de Papantoni*. Il m'a d'ailleurs été possible d'observer ici le contact de

cette formation avec le flysch. Vers le kilomètre 44 de la route, on voit le flysch avec calcaire gris conglomératique qui, un peu à l'Ouest, à Koumani, tient des Nummulites, reposer ici en pleine concordance sur le calcaire avec jaspes noirs et alterner même avec lui par des bancs de grès et de calcaire gris. La même concordance apparaît aussi ailleurs, comme à Sopoto, comme au mont Pteri. Ainsi donc le calcaire avec jaspes noirs doit être considéré comme immédiatement inférieur au flysch nummulitique et, par conséquent, comme crétacé tout à fait supérieur. Je rappelle d'ailleurs que le même facies se présente au mont Cithéron, au-dessus du col; il termine là les calcaires supérieurs de l'Attique, dont l'âge néocrétacé a été mis hors de doute par M. C. Ktenas.

Le contact de la nappe avec son substratum est généralement masqué par des éboulis. Cependant, il a été mis à découvert par les tranchées de la route Patras-Kalavryta. La nappe ne présente encore ici que ses deux termes supérieurs et elle est souvent pincée dans son substratum. Tantôt le contact est formé de blocs chaotiques, noyés dans les jaspes de la nappe et appartenant au substratum nummulitique ou crétacé suivant les endroits, tantôt la nappe se moule contre les couches sous-jacentes. Cette concordance apparente et locale est due à la présence de couches marneuses plastiques intercalées dans le voisinage du contact, qui souvent est ondulé. D'autres couches lithographiques, ordinairement blanches, ou jaunes et roses, avec intercalations de schistes verts et de jaspes grisâtres, affleurent sous les couches crétacées et rappellent les couches similaires de Bouboucaki du mont Lycodimo; elles doivent toutes être mésozoïques; elles forment une série concordante avec les couches crétacées, fortement disloquées sous la nappe qui, d'habitude, a une allure plutôt tranquille.

Il est intéressant de remarquer que, le plus souvent, la formation des calcaires avec jaspes noirs affleure avec la direction N.-E. que nous avons retrouvée autrefois dans le Crétacé, en Grèce. C'est ainsi que cette direction se présente sur ces calcaires au mont Astras, sur le versant oriental, jusque dans la vallée de l'Érymanthe; sur la route de Patras-Kalavryta, entre Chalandritsa et Liopessi; dans le ravin de Néromana, cité plus haut; dans la haute vallée de Salmeniko, à l'Ouest. Contre ces plis plus anciens se sont moulés les plis plus récents, en se déviant de leur direction originelle : c'est ainsi que les plis éocènes O.-N.-O. se dévient vers l'E.-O. et l'E.-N.-E., tandis que les plis miocènes N.-N.-O. se dévient vers le N.-S. et le N.-N.-E.; c'est ainsi qu'au mont Ptéri la série concordante crétacée-éocène est dirigée E.-O. à E.-N.-E. et N.-E., et plus rarement au N.-N.-E.; au contraire, sur la route de Patras-Kalavryta, on trouve plus volontiers la série éocène, ou crétacée-éocène, dirigée N.-N.-O.; il en est de même à Sopoto et à

l'Olonos où l'on voit, avec la plus grande netteté, les plis N.-N.-O., venant du continent, se dévier vers le N.-S. et le N.-N.-E. Ici, les plis N.-N.-O. se sont brisés contre un pli O.-N.-O., très marqué au nord de l'Olonos, qui marque la limite de la chaîne d'Olonos au Nord, mais ils reparaissent au delà par interférence.

HYDROLOGIE. — *Sur la prétendue source sous-marine de Port-Miou (Bouches-du-Rhône).* Note de M. E.-A. **Martel.**

En 1725 le comte de Marsigli signalait (*Histoire physique de la Mer*, Amsterdam, in-folio, p. 13) l'existence dans la calanque de Port-Miou, près Cassis (Bouches-du-Rhône), d'une puissante source sous-marine, débouché d'un fleuve souterrain venant de très loin. Depuis près de 200 ans, cette indication est reproduite et amplifiée par les plus savants auteurs. On allait jusqu'à dire que la force d'émission de l'eau repoussait les sondes, les corps flottants, les barques et même les navires. Et depuis longtemps on songeait à capter cette source sous-marine.

Chargé par la direction de l'Hydraulique agricole du Ministère de l'Agriculture d'étudier les chances de réalisation de ce projet, j'ai fait un premier examen sur place le 9 septembre 1906, avec MM. Tavernier et Cottalorda, ingénieurs en chef, A. Janet et le Dr Girard. Sur l'emplacement de sortie des eaux, désigné avec précision par les pêcheurs de Cassis, nous avons eu la surprise de ne trouver aucun des phénomènes prétendus, malgré une longue recherche en bateau à vapeur, en canot et à la nage ! A peine de très faibles différences de salure ou de température (entre 20° et 22° selon l'exposition) révélaient-elles la venue insensible de quelques filets d'eau douce terrestre !

Cet examen ayant été effectué après un été très sec, il fut décidé de le renouveler l'année suivante après les pluies. A la suite des abondantes précipitations atmosphériques d'octobre 1907, l'occasion fut particulièrement propice pour une seconde visite le 30 octobre 1907 avec MM. Le Couppey de la Forest, David Martin et Brenier. Le résultat de l'investigation en canot fut le même que la première fois, très faible pour le dessalement et la différence de température, complètement négatif quant au refoulement de la barque, du thermomètre et d'une simple ficelle.

Cette fois nous visitâmes deux puits *naturels* (ragagès) existant dans la falaise ouest de la calanque, à une vingtaine de mètres de distance et au-dessus de la mer; ils sont écartés l'un de l'autre de 10^{m} et respectivement profonds de $20^{m},50$ (plus 8^{m} d'eau) et 22^{m} (plus $6^{m},50$ d'eau). A l'inté-

rieur il se trouve que les deux gouffres communiquent ensemble par deux galeries tortueuses et que l'eau de mer y arrive directement par une troisième. Le plan des cavités a été dressé par mon collaborateur M. Le Couppey de la Forest.

Au lieu de tomber là, selon les anciennes prévisions, sur le cours d'une rivière souterraine d'eau douce, nous trouvâmes simplement deux bassins d'eau saumâtre, véritables puits à mareyage; il y avait de la houle le jour de notre descente et nous avons vu matériellement le niveau des bassins s'élever rythmiquement de plus de $0^{m},5$ au contre-coup de chaque vague extérieure; l'échantillon d'eau prélevé a révélé à l'analyse faite par les bons soins de M. E. Bonjean, chef du laboratoire du Conseil supérieur d'Hygiène, une teneur en eau de mer égale à $\frac{1}{10}$. La température de celle-ci était de 17°,5 C. et celle des bassins de 16°.

Ainsi il y a plutôt renversement absolu dans l'opinion jusqu'ici professée sur la *source* de Port-Miou. Au lieu d'une puissante émergence d'eau douce, il y a pénétration d'eau de mer dans les petites cavernes inférieures des deux abîmes (¹).

L'eau douce de ces ragagés ne doit guère provenir que des infiltrations locales des calcaires crétacés environnants (massif de la Gardiole 292^{m}), d'ailleurs très modérément fissurés.

Il n'y a donc pas lieu de songer à un captage.

La contradiction inattendue entre nos observations matérielles *formelles* et l'unanimité des témoignages ou récits antérieurs poserait la question de savoir si la disparition de la source de Port-Miou n'est pas un phénomène récent, et une preuve historique de plus de l'assèchement rapide actuel des sous-sols calcaires; mais les données précédant les nôtres avaient été en réalité trop mal précisées pour permettre de répondre affirmativement.

Du moins est-il rationnel de supposer, d'après ce qu'on sait maintenant avec certitude sur la formation des cavités du calcaire, et d'après ce qu'on croit démontré sur les oscillations du niveau de la Méditerranée (mouvements eustatiques, régressions et transgressions) au cours des temps géologiques, que les ragagés de Port-Miou évoquent l'évolution suivante :

A une époque de régression marine, un ruissellement torrentiel de la

(¹) Une constatation analogue a été faite récemment à Tarente, où M. Perrone, en octobre 1905, a reconnu que les entonnoirs de la rade, appelés *citro* et *citrello*, sont des gouffres absorbants et non pas des sources sous-marines, comme on le prétendait!

Gardiole s'infiltra dans des fissures de la ravine *où sont précisément situés les ragagés;* ceux-ci se creusèrent par érosion mécanique tourbillonnante et par corrosion chimique (selon la loi de formation de la *plupart* des puits naturels); une rivière souterraine se forma et sortit dans le *cañon* alors émergé de la calanque: celle-ci étant redevenue fjord à la suite d'une transgression, les cavités de la rivière souterraine et son émergence devinrent sous-marines; puis les précipitations atmosphériques ayant diminué de plus en plus en plus, les infiltrations ne furent plus assez puissantes pour faire équilibre à la pénétration de l'eau marine et les bassins actuellement sous-marins des deux ragagés ne sont plus que les témoins supérieurs de l'ancienne conduite submergée.

Ainsi les deux ragagés ont dû être à l'origine les canaux d'une résurgence d'abord terrestre, puis sous-marine pendant quelque temps, et enfin tarie de nos jours. C'est-à-dire que la soi disant source de Port-Miou n'a dû fonctionner à l'état sous-marin qu'au début de la transgression qui a ramené le niveau présent et que, maintenant, *elle n'existe plus.*

Le prochain stade sera l'agrandissement et la démolition des cavernes des ragagés par les tempêtes méditerranéennes.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les variations des climats.* Note de M. **Henryk Arctowski.**

La température moyenne au Parc Saint-Maur déduite des observations météorologiques de 1851 à 1900 étant 10°,06, seule la décade des années 1871 à 1880 est caractérisée par cette valeur, tandis que les moyennes des autres décades s'en écartent en plus ou en moins, la différence des extrêmes étant 0°,67.

Utilisant les données du Mémoire de M. Angot sur la température en France, j'ai formé un Tableau des écarts des moyennes des décades, par rapport aux moyennes des cinquante années, pour toutes les localités ayant d'aussi longues séries d'observations. En traçant les diagrammes exprimant les variations de ces chiffres, il est aisé de constater une certaine relation avec la fréquence relative des taches solaires, également représentée par les sommes des décades d'années. Pourtant, s'il y a vraiment parallélisme des deux courbes pour Osborne, sur l'île de Wight, il n'en est pas de même

pour les stations françaises. La comparaison des chiffres suivants le prouve :

	Temps moyen.	1851-1860.	1861-1870.	1871-1880.	1881-1890.	1891-1900.
	o	o	o	o	o	o
Osborne.....	9,95	+0,14	+0,34	−0,08	−0,45	+0,05
Saint-Maur..	10,06	−0,20	+0,22	0	−0,35	+0,32
Lyon.......	10,61	−0,38	+0,51	0	−0,40	+0,25

Au parc Saint-Maur et à Lyon il y a en effet une légère discordance de la marche de la variation séculaire de la température d'avec celle de Osborne, et cette discordance va en s'accentuant en allant du Nord vers le Sud. Il ne peut donc pas être question d'un simple déplacement des isothermes, et, si la relation constatée avec les sommes des nombres relatifs de Wolf et Wolfer n'est pas purement accidentelle, le phénomène de la variation des climats est visiblement un phénomène très compliqué dont l'étude doit forcément être abordée géographiquement.

J'ai examiné de plus près les résultats d'un assez grand nombre de stations pour lesquelles nous possédons de bonnes séries d'observations météorologiques soigneusement comparées et réduites. Les écarts ayant été formés pour les valeurs moyennes des décades d'avec les moyennes de l'ensemble des années 1851 et 1900, j'ai pu constater que, en ce qui concerne la température tout au moins, les variations semblent se propager de telle sorte qu'à des minima en certains endroits correspondent des maxima s'observant simultanément en d'autres endroits.

Les valeurs de Arkhangelsk comparées à celles de Barnaoul ou de Nertschinsk le prouvent à l'évidence :

	Temps moyen.	1851-1860.	1861-1870.	1871-1880.	1881-1890.	1891-1900.
	o	o	o	o	o	o
Arkhangelsk..	0,1	+0,5	−0,1	−0,4	+0,1	−0,3
Barnaoul.....	0,5	−0,1	0	+0,2	−0,2	+0,3
Nertschinsk..	−3,6	−0,5	+0,2	+0,3	−0,1	+0,2

Les chiffres précédents démontrent en effet que la variation séculaire à Nertschinsk semble être précisément inverse de celle d'Arkhangelsk.

D'autre part, les années 1891 à 1902 ayant été caractérisées dans l'Inde par une période relativement froide et humide suivie d'une période d'années exceptionnellement chaudes et sèches, les corrélations des variations de la température et de la pluie aux Indes avec celles des phénomènes solaires ayant d'ailleurs fait l'objet de remarquables travaux de Henry F. Blanford et de Sir John Eliot, il m'a paru intéressant de comparer, pour toute la surface du globe, les valeurs des températures moyennes des lustres 1891 à 1895 et 1896 à 1900.

Ces recherches, qui me forcent d'accumuler encore plus de matériaux d'étude que je n'en ai à ma disposition actuellement, me permettent d'affirmer dès à présent qu'il y a des années exceptionnellement chaudes et des années exceptionnellement froides, années dont les écarts de température, de la moyenne des dix ans, sont presque universellement positifs ou négatifs, qu'en d'autres termes à certains moments il semble ne pas y avoir de compensations suffisantes pouvant nous permettre de présumer que la température à la surface du globe reste quand même constante.

Les différences des moyennes des lustres 1896 à 1900 et 1891 à 1895 prouvent également que la persistance du phénomène de surchauffe de la fin du siècle dernier a été un phénomène intéressant plus particulièrement certains espaces fort étendus des masses continentales. Cependant, en traçant les cartes de la distribution géographique de ces différences, il devient parfaitement visible qu'il existe une vraie dynamique des climats. A titre d'exemple, je citerai la différence $-0^{\circ},32$, pour Biarritz, qui forme suite aux valeurs $+0^{\circ},58$, $+0^{\circ},38$, $+0^{\circ},38$, $+0^{\circ},16$ de Oviedo, Lanes, Bilbao et de San Sebastian, et qui démontre un mouvement de rotation des isothermes de la péninsule Ibérique; puis, les valeurs négatives de la côte norvégienne à partir du 62e jusqu'au 69e parallèle, valeurs négatives dont l'extension géographique va au delà des montagnes, vers l'Est, en Laponie, et, vers le Sud-Est, à travers la partie médiane de la Suède jusque Hernösand sur le golfe de Botnie; je citerai encore le Japon où les valeurs des différences vont en diminuant à partir de la valeur $+0^{\circ},5$ qu'on observe à Nafa, par 26° de latitude, jusque $-0^{\circ},8$ dans le nord-est de l'île Yeso, par 44° Nord, les chiffres inférieurs à $-0^{\circ},5$ étant d'ailleurs confinés à la côte pacifique, au nord du 35e parallèle, tandis que sur les côtes du continent asiatique c'est $-0^{\circ},3$ qu'on note à Zi-Ka-Wei et plus au Nord, à Vladivostok, la valeur excessive de $+1^{\circ},1$.

Les variations des climats, tout comme les changements accidentels du temps d'un jour au jour suivant, ont probablement pour cause des modifications dans l'intensité du rayonnement calorifique du soleil, modifications survenant brusquement ou d'une façon progressive et lente.

SISMOLOGIE. — *Perturbations sismiques du 12 et du 18 décembre 1908.* Note de M. Alfred Angot.

Une perturbation sismique importante a été enregistrée le 12 décembre dernier, à l'Observatoire du Parc Saint-Maur, sur le sismographe photo-

graphique Milne. Le pendule EW (composante NS des mouvements du sol) de ce sismographe est resté dans les conditions antérieures; mais les oscillations du pendule NS ont été amorties au moyen d'une plaque de mica plongeant dans de l'huile de paraffine. La comparaison des tracés obtenus pour les deux composantes montre que l'amortissement, bien que trop faible encore, a déjà produit une grande amélioration; les différentes phases des mouvements sismiques se distinguent d'une manière beaucoup plus nette. Il ne paraît pas utile, toutefois, de munir d'un amortisseur le second pendule, car l'Observatoire sera très prochainement en possession d'un sismographe de construction différente.

Les phases principales (en temps moyen civil de Greenwich) de la perturbation du 12 décembre sont les suivantes :

Le début des oscillations, bien net et rigoureusement simultané pour les deux composantes, s'est produit à $13^h 16^m,0$. Sur la composante EW (amortie) on distingue à $13^h 24^m,2$ un mouvement qui marque peut-être le commencement de la seconde période des oscillations préliminaires; mais il peut y avoir doute sur ce point, le sismographe Milne ne se prêtant pas très bien à l'enregistrement de ces oscillations.

Pour les deux composantes, les grandes oscillations commencent très nettement à $13^h 34^m,5$. On note, sur la composante EW (amortie), quatre phases principales pour ces oscillations :

Première phase : début à $13^h 34^m,5$; maximum vers $13^h 38^m,0$ (amplitude $2^{mm},3$).

Deuxième phase : début à $13^h 40^m,2$; maximum vers $13^h 41^m,5$ (amplitude $3^{mm},5$).

Troisième phase : début à $13^h 42^m,9$; maximum vers $13^h 43^m,5$ (amplitude $5^{mm},7$).

Quatrième phase : début à $13^h 44^m,5$; maximum vers $13^h 46^m,1$ (amplitude $2^{mm},4$).

Des oscillations d'amplitude beaucoup plus faible persistent jusque vers $14^h 30^m$; elles deviennent alors presque inappréciables et prennent fin vers $15^h 15^m$.

La durée propre d'oscillation des pendules, le jour de l'observation, était de $17^s,2$ pour le pendule Nord-Sud et de $14^s,3$ pour le pendule Est-Ouest. Une déviation de 1^{mm} sur les feuilles d'enregistrement correspond à une dénivellation de $0'',48$.

Les deux phases successives des oscillations préliminaires ne se distinguent pas assez nettement sur le sismographe Milne pour qu'il soit possible d'en déduire la distance de l'épicentre. D'après l'examen des courbes il

semblerait que, le 12 décembre, l'épicentre fût à une distance du Parc Saint-Maur comprise entre 6000^{km} et 7000^{km}; mais ce nombre ne peut être donné qu'avec les plus expresses réserves.

Une autre perturbation, d'importance moindre, a été observée le 18 décembre. Une agitation presque inappréciable des deux pendules se remarque dès $15^h 49^m$; les véritables oscillations débutent simultanément à $15^h 53^m,4$ pour les deux composantes.

Pour la composante Est-Ouest (amortie), les grandes oscillations commencent à $16^h 8^m,3$ et présentent un maximum vers $16^h 10^m,0$ (amplitude $1^{mm},9$); toute trace de mouvement disparaît à partir de $16^h 54^m$.

Pour la composante Nord-Sud les phases sont nettement différentes; les grandes oscillations débutent à $16^h 7^m,2$ et présentent un maximum principal à $16^h 8^m,8$ (amplitude $2^{mm},4$; elles deviennent beaucoup plus faibles à partir de $16^h 24^m,5$ et paraissent cesser complètement à $17^h 24^m$.

Les journaux signalent un tremblement de terre à Coutances le 18 vers $5^h 30^m$ (du soir?). Le lieu d'origine des mouvements enregistrés au Parc Saint-Maur le même jour paraît beaucoup plus éloigné.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur les traces d'un mouvement positif le long des côtes occidentales de Corse et son rôle dans la morphologie et l'évolution du littoral.* Note de M. **Paul Castelnau**, présentée par M. Ch. Barrois.

Il ne saurait être ici question d'attribuer à un ample mouvement de submersion l'existence des grandes échancrures de la côte occidentale de Corse. L'extrême pénétration dans le fond de ces golfes des isobathes de 50^m et de 100^m, la présence en leur centre de profondeurs de 800^m à 1000^m, me permettent pas de les assimiler à des tronçons de vallées submergés. Tout porte au contraire à les considérer comme le résultat de morsures à l'emporte-pièce corrélatives des effondrements qui ont morcelé l'ancienne *Tyrrhénide*. Aussi ne s'explique-t-on pas que nombre d'auteurs (Ratzel, Schwind, Rovereto) aient pu leur appliquer l'épithète de *rias*. A cette dénomination correspond aujourd'hui un type bien défini d'articulation, dont les grands golfes corses diffèrent par leur profondeur et leur forme ouverte, autant que par leur mode de formation.

Mais il y a loin de là à nier l'intervention de tout mouvement positif dans l'évolution morphologique du littoral.

L'évidence d'un tel mouvement apparait fort nettement sur la côte sud-ouest de l'île.

La petite baie de Figari, en particulier, y représente cette fois une vraie petite ria. L'ancienne vallée submergée est accusée, le long de son axe, par un étroit sillon dont la profondeur croît régulièrement pour atteindre 30^{m} à l'entrée. Une multitude d'îlots et d'écueils, la plupart alignés en avant des promontoires latéraux, témoignent de la continuité des anciens versants. Particulièrement expressive est la façon dont la mer s'immiscie plus haut dans le thalweg. L'eau s'est épanchée sur les moindres espaces déprimés, envahissant les vallonnements latéraux. On a devant soi une véritable vallée inondée, telle qu'elle se présenterait sous le coup d'une crue fluviale. C'est pourtant le phénomène inverse qui se produit actuellement : ce petit estuaire poussait autrefois sa pointe plus avant, et nous assistons à son comblement par les sables que fournit abondamment le granite désagrégé.

Les mêmes faits s'observent au fond du golfe de Ventilègne, de forme digitée celui-ci et dont les trois pointes correspondent à la submersion de vallons autrefois réunis à l'aval en un tronc commun. Plus significatif encore est ici l'aspect de ces chenaux lagunaires, dont les eaux dormantes pénètrent à l'intérieur sur plus de 1^{km} de long, largement étalées au pied des croupes granitiques. Leur colmatage, marqué par d'abondantes végétations d'herbes, se poursuit à l'abri de petits cordons littoraux que des cours d'eau tronqués restent impuissants à disperser.

En même temps que nous constatons l'existence de ces petites rias, il nous est donc donné d'assister au jeu de leur disparition et d'augurer combien doit être éphémère le maintien d'un tel type morphologique. Aussi nous est-il permis de restaurer par la pensée, le long de cette même côte, d'anciens représentants de cette forme aujourd'hui complètement atrophiés. C'est ainsi que la rivière l'Ortolo possédait autrefois un estuaire que l'envasement a transformé en plaine fertile. Il en est de même d'autres traînées d'alluvions qu'on a omis de porter sur la Carte géologique au $\frac{1}{320000}$ et que caractérise toujours l'occupation d'un fond plat, dont la largeur reste disproportionnée avec l'importance de la vallée et contraste avec la raideur des pentes encaissantes.

Bien plus : par l'examen de la distribution des alluvions récentes localisées dans le fond des golfes occidentaux, on arrive aux mêmes conclusions en faveur d'un mouvement positif. On peut parfaitement se rendre compte qu'inondées, ces longues plaines alluviales, dont celles de la Gravone et du Taravo, constituent les plus remarquables spécimens, seraient en tout comparables aux petits rias de la côte sud-ouest.

La présence de rias sur la côte sud-ouest, leur existence ancienne plus au Nord, nous ont amené à étudier en détail les conditions de leur formation et de leur évolution en Corse. En voici le résumé :

1° *Rôle du relief.* — La juxtaposition de hautes montagnes et de la mer, le profond encaissement des vallées près de leur embouchure, ainsi que l'élévation rapide de leur profil en long, commandaient aux rias d'être *étroites et courtes*. La plupart sont restées inférieures à 5^{km} de long; les plus développées n'ont jamais dépassé 10^{km}. Le relief moins prononcé de la *côte sud-ouest* a laissé un champ plus libre au jeu horizontal des eaux envahis-

santes. Aussi les rias y ont-elles acquis une longueur relativement plus grande que sur la *côte ouest*, eu égard à l'importance des vallées correspondantes.

2° *Absence de marées.* — L'obstruction des rias est considérablement facilitée par l'absence des courants de marée. Ces formes doivent donc être très *éphémères* dans les mers intérieures et telle est la raison pour laquelle on y en observe si peu. De plus, à l'inverse de ce qui se produit sur les côtes à marées, où la longévité des rias est proportionnelle à l'importance des vallées qui y débouchent et qu'utilisent les courants, les rivières de fort débit ne réussissent, en l'absence de marées, qu'à favoriser le comblement des anses par les alluvions qu'elles déposent.

Les golfes de la *côte ouest*, avec leur forme en entonnoir, auraient été de merveilleux canalisateurs des courants de marée. Faute de marée, l'oblitération des rias qui les prolongeaient n'a pu tarder à se produire par le dépôt d'abondants matériaux chariés par des rivières torrentielles. Au *Sud-Ouest*, au contraire, tandis que la plus considérable des rivières de la région, l'Ortolo, parvenait à combler son estuaire, le tributaire de la baie de Figari réduit à un maigre filet d'eau n'a encore réussi qu'à envaser le voisinage immédiat de son embouchure : aucune amorce de cordon littoral ne se peut observer à l'entrée de la ria de Figari, malgré des profondeurs pourtant fort réduites.

3° *Influence du sens des orientations montagneuses.* — Une des conditions essentielles de la formation d'une ria est l'existence préalable d'une vallée suffisamment encaissée. Il est évident que cette condition peut être réalisée indépendamment de tout rapport d'orientation entre les alignements orographiques et le littoral. Néanmoins, cette disposition hydrographique demeurera l'exception dans le cas d'une côte *longitudinale*. Les rias y seront donc moins fréquents, moins réguliers aussi, que le long d'une côte *transversale* pouvant abriter toute une *série*.

Les *côtes ouest* et *sud-ouest* de la Corse appartiennent au type transversal. De plus, crêtes et vallées étant rectilignes, il devait en résulter des rias *linéaires*. La *côte nord-ouest* semble avoir présenté des exemples de rias établies sans égards aux orientations montagneuses dominantes. Les importants sillons d'érosion que la Ficarella et le Fiuns' Secco avaient réussi à établir dans cette partie du massif éruptif ont ainsi pu abriter deux rias convergentes, aujourd'hui entièrement comblées.

Amplitude verticale du mouvement positif. Plateau d'abrasion. — Au-devant de la *côte sud-ouest*, nous avons noté l'existence, entre les isobathes de 60^m

et de 80^m, d'un plateau d'abrasion nettement accusé qui interrompt, sur 5^{km} à 10^{km} de large, la chute du fond sous-marin. Si l'on tient compte de l'action limitée de l'érosion marine en profondeur, on est en droit d'en conclure que la surface de la mer occupait, lors du nivellement de cette plateforme, un niveau d'*une soixantaine de mètres* inférieur à celui qu'elle atteint aujourd'hui. Ces caractères acquièrent leur plus franche expression dans les parages de Bonifacio, où nous nous proposons de tirer de leur étude d'intéressantes déductions sur l'histoire des Bouches.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les courants telluriques entre stations d'altitude différente.* Note de M. **Bernard Brunhes**, présentée par M. Bouty.

L'étude systématique des courants telluriques entre deux stations qui présentent une différence d'altitude notable a été entreprise, d'une façon indépendante, dans les deux principaux Observatoires de montagne français. M. Marchand, directeur de l'Observatoire du Pic du Midi, et moi-même, avons, le même jour, communiqué les principaux résultats auxquels une étude de plusieurs années nous avait séparément conduits, à la séance du 21 mai 1897 de la Société météorologique de France.

Avant d'exposer quelques résultats nouveaux, je demande la permission de rappeler les faits que nos observations ont déjà établis.

Le courant tellurique, enregistré depuis 1904 entre le Puy de Dôme et Clermont, à l'aide d'un milliampèremètre enregistreur construit sur mes indications par M. Richard, n'a, pour ainsi dire, pas de variation diurne. Il est égal à celui que donnerait, dans la ligne télégraphique, une force électromotrice de valeur sensiblement constante égale à $1^{volt},70$, le pôle positif étant à Clermont et le pôle négatif au Puy de Dôme. La distance horizontale des deux prises de terre est sensiblement 10^{km}, et la ligne est dirigée de l'Est à l'Ouest. La différence d'altitude est un peu moins de 1100^m.

La variation diurne n'est pas rigoureusement nulle. Il y a un léger maximum, supérieur de 10 à 15 pour 100 au courant moyen, vers 11^h du matin. Mais c'est un point que nous n'avons pu étudier qu'accidentellement; nous n'enregistrons le courant que la nuit, parce que la ligne sert dans la journée au service télégraphique, et surtout parce que, pendant le jour, le fonctionnement des tramways électriques de Clermont à Royat apporte des perturbations qui rendent toute mesure illusoire.

Au Pic du Midi, où la ligne télégraphique est dirigée du Sud au Nord, le courant, dirigé normalement de Bagnères au Pic, présente une variation diurne énorme. Cette différence tient à la différence des directions de nos deux lignes. Elle met hors de

doute un résultat qui résulte, d'autre part, de la comparaison des courants enregistrés à l'Observatoire de l'Èbre, à Tortosa, sur deux lignes respectivement parallèle et perpendiculaire au méridien magnétique. *La variation diurne est insignifiante sur la ligne perpendiculaire au méridien magnétique, notable sur la ligne parallèle.*

La courbe enregistrée à notre milliampèremètre présente des sinuosités en temps de perturbation magnétique. Suivant la grandeur des écarts à la valeur moyenne, nous pouvons caractériser la journée (ou plutôt la nuit) par une des trois notes 0, 1, 2 de la Conférence d'Innsbruck. La comparaison de nos courbes avec les courbes enregistrées sur la ligne Est-Ouest à Tortosa nous suggère quelques observations. Cette comparaison nous a été rendue facile par l'envoi qu'a bien voulu nous faire le P. Cirera, directeur de l'Observatoire de l'Èbre, de toutes les courbes qui pouvaient nous intéresser. Cette communication nous a été d'autant plus précieuse que l'Observatoire de l'Èbre est le seul, jusqu'ici, à notre connaissance, où soient régulièrement enregistrés les courants telluriques.

1. Tandis que le courant, à Tortosa, va de l'Ouest à l'Est, entre Clermont et le Puy de Dôme il va de l'Est à l'Ouest. A Tortosa, où la ligne a une longueur voisine de 1^{km} et est en plaine, le courant est celui que donnerait une force électromotrice d'environ 60 millivolts par kilomètre; le nôtre correspondrait à 170 millivolts par kilomètre. La différence de grandeur et de sens suggère l'idée d'invoquer *un effet d'altitude*. La comparaison avec le sens du courant tellurique au Pic du Midi confirmerait, jusqu'à nouvel ordre, la règle que j'ai formulée ainsi : *L'électricité négative a une tendance à tomber de haut en bas.*

2. A Tortosa, on observe une augmentation du courant vers l'Est au moment où se produit une diminution de l'intensité horizontale du magnétisme terrestre. Au même instant, nous observons une diminution de notre courant vers l'Est, c'est-à-dire une variation de même sens qu'à Tortosa. Mais la grandeur relative est très différente. Les variations, *rapportées au courant moyen*, sont environ 12 fois plus fortes sur la ligne Clermont-Puy de Dôme qu'à Tortosa. Les courbes sont d'ailleurs des courbes identiques, tracées seulement à une échelle différente.

Pour séparer le rôle de la différence d'altitude et celui de la différence de longitude des deux prises de terre, il faudrait faire une étude point par point, en scindant la ligne en tronçons. Les premiers résultats obtenus dans cette étude, que je poursuis avec la collaboration de M. David, montrent que le problème est plus complexe encore.

MM. **Chevassus** et **Isidore Bay** adressent un Mémoire *Sur une nouvelle éprouvette destinée à l'analyse complète des mélanges gazeux.*

(Renvoi à la Section de Chimie.)

A 4 heures trois quarts l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Physique, par l'organe de M. Violle, en l'absence de M. Lippmann, Doyen de la Section, présente la liste suivante de candidats à la place vacante, dans la Section de Physique, par suite du décès de M. *E. Mascart.*

En première ligne. . . . . M. **Villard.**

En seconde ligne, par ordre alphabétique. . MM. **D. Berthelot.**
Branly.
A. Broca.
A. Cotton.
Pellat.
Perot.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

COMMISSIONS.

Donnant suite à un vœu exprimé par M. **Edmond Perrier** et pour assurer la conservation des gisements d'objets préhistoriques découverts sur le sol français, l'Académie décide la constitution d'une *Commission des monuments préhistoriques.*

Cette Commission est composée de : MM. **Bouchard**, président ; **Ph. van Tieghem**, **Armand Gautier**, **Edmond Perrier**, **Zeiller**, **Lacroix**, **Douvillé**, **Alfred Picard**, prince **Roland Bonaparte**.

La séance est levée à 5 heures un quart.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 décembre 1908.

Scientific papers, by Sir George Howard Darwin. Tome I : *Oceanic tides and Lunar disturbance of gravity*. Tome II : *Tidal friction and cosmogony*. Cambridge, 1907-1908; 2 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Guide du calculateur (Astronomie, Géodésie, Navigation); 1re Partie : *Règles pour les calculs en général*. 2e Partie : *Règles pour les calculs spéciaux*. Paris, A. Hermann; Catane, J. Pastore, 1902; 2 fasc. in-4°. (Présenté par M. Radau, hommage de l'auteur, qui adresse en même temps 14 Opuscules sur divers sujets relatifs à l'Astronomie.)

Corso di idraulica teoretica e pratica, dettato da U. Masoni; terza edizione, notevolmente amplica. Naples, L.-G. Pellerano, 1908; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La Côte d'Azur russe (Riveria du Caucase). Voyage en Russie méridionale, au Caucase occidental et en Transcaucasie (Mission du Gouvernement russe, 1903), par E.-A. Martel. 424 illustrations, 34 plans et coupes et 1 carte en couleurs. Paris, Ch. Delagrave, s. d.; in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Une polémique sur la balance de Roberval, par J.-S. Lucchardi. Annecy, imp. J. Dépollier et Cie, 1908; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Traité sur la balance, par J.-S. Lucchardi. Annecy, 1899; 1 vol. in-8°.

Notes sur les divers instruments de pesage, par J.-S. Lucchardi. Annecy, 1906; 1 fasc. in-8°.

Les variations séculaires du climat de Varsovie, par Henryk Arctowski. [Extr. des nos 9-10 (1908) du *Bulletin de la Société belge d'Astronomie*.] Bruxelles; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Le professeur David Carazzi. Les huîtres de Marennes et la Diatomée bleue, par C. Sauvageau. Bordeaux, A. Destout aîné et Cie, 1908; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Notice sur les travaux scientifiques de Charles Pérez. Saint-Maixent, imp. F. Chaboussant, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Contribution à l'étude des métamorphoses, par Charles Pérez. (Extr. du *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, t. XXXVII.) Paris, 1902; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Exposé des fondements de la Géométrie, par J. Willot. Ferrière-la-Grande, 1908; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Archives de Médecine et de Pharmacie militaires, publiées par ordre du Ministre de la Guerre, t. LII. Paris, 1908.

Annalen der kaiserlichen Ingenieur-Hochschule in Moskau; Theil I : *Officieller,* Hefte 1-3. Theil II : *Wissenschaftliche Arbeiten,* Hefte 1-2. Moscou, 1907-1908; 5 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 2 novembre 1908.)

Note de MM. *H. Deslandres* et *A. Bernard,* Recherches spectrales sur la comète Morehouse *c* 1908 :

Page 775, ligne 14, *au lieu de* mais sa grandeur photographique était certainement plus élevée, *lisez* mais sa grandeur photographique était certainement plus faible.

(Séance du 9 novembre 1908.)

Note de M. *A. Lacroix,* Le mode de formation du Puy de Dôme et les roches qui le constituent.

Page 828, ligne 1 de la Note, *au lieu de* avec celles *lisez* avec ceux.

(Séance du 16 novembre 1908.)

Rapport sur un Mémoire intitulé : *Recherches expérimentales sur la résistance de l'air effectuées par M. G. Eiffel,* par MM. Maurice Levy et Sebert, rapporteurs.

Page 912, ligne 20, *au lieu de* la valeur, *lisez* la dernière valeur.
Page 913, ligne 5, *au lieu de* exprime, *lisez* exprimer.

(Séance du 23 novembre 1908.)

Note de MM. *H. Deslandres* et *J. Bosler,* Sur le spectre de la comète Morehouse :

Page 953, dernière ligne, *au lieu de* ce qui exclut l'effet Zeeman, *lisez* ce qui est contraire à l'effet Zeeman.

(Séance du 30 novembre 1908.)

Note de M. *H. Deslandres*, Caractères de la couche supérieure de l'atmosphère gazeuse du Soleil :

Page 1018, deuxième ligne de la note (²) du bas de la page, *au lieu de* petites lignes, droites, noires, *lisez* petites lignes, droites ou légèrement courbes, noires.

Page 1022, lignes 14 et 15, *au lieu de* jalonnent les surfaces de discontinuité du vecteur vitesse, *lisez* jalonnent des surfaces de discontinuité du vecteur vitesse.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 DÉCEMBRE 1908.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** adresse les félicitations de l'Académie à M. *Lippmann*, qui a obtenu le prix Nobel pour la Physique.

MINÉRALOGIE. — *Les laves des dernières éruptions de Vulcano (îles Éoliennes).* Note de M. **A. Lacroix**.

Au cours des éruptions volcaniques que j'ai étudiées depuis quelques années, j'ai entrepris des recherches méthodiques sur la question de savoir si, pendant un même paroxysme, la composition chimique du magma venant au jour varie et, dans l'affirmative, suivant quelle loi. J'ai été conduit, en ce qui concerne la Montagne Pelée, le Vésuve et l'Etna, à constater que les variations chimiques ont été faibles et qu'elles n'ont pas été systématiques. Les différences de composition chimique observées par exemple entre l'andésite vitreuse du début de l'éruption à la Martinique en 1902, et l'andésite quartzifère de la fin de l'éruption en 1904, sont du même ordre que celles existant entre deux fragments de la même lave recueillis, à peu près au milieu de la période éruptive, dans un même bloc de quelques mètres cubes.

Les observations publiées par divers auteurs sur les produits de la dernière éruption de Vulcano (1888-1889) semblent conduire à des conclusions différentes.

En effet, au point de vue minéralogique, ces laves ont été décrites comme andésites par M. Mercalli, comme trachytes par M. Sabatini, alors que M. Hobbs en a fait un type pétrographique nouveau, la *volcanite*, qui aurait la composition minéralogique d'un trachyte, avec la composition chimique d'une dacite; malgré son caractère paradoxal, cette dernière conclusion a été acceptée dans tous les Traités classiques.

Au point de vue chimique, les nombreuses analyses publiées sont extraordinairement discordantes. Si leurs résultats étaient conformes à la réalité, ils mettraient en évidence des variations désordonnées du magma au cours de cette éruption, qui n'a fourni aucun épanchement, mais seulement une médiocre quantité de matériaux solides, rejetés par des explosions, qui ont été prises pour type des explosions vulcaniennes. On pourrait objecter, il est vrai, que les matériaux analysés ne correspondent peut-être pas tous au magma neuf, mais comprennent aussi des débris de ces roches arrachées au vieux sol que tous les auteurs ont signalés par ailleurs. Mais, même dans cette hypothèse, les variations sont si considérables, qu'elles ne laissent pas voir cet air de famille, persistant d'ordinaire à travers les différences de composition souvent considérables des laves successives d'un même massif volcanique. C'est ainsi, par exemple, que le seul rapport atomique $K^2O : Na^2O$ oscille, dans les analyses en question, entre 0,06 et 0,7.

En présence de ces incertitudes, je me suis proposé de reprendre la question et je suis allé à Vulcano faire une ample provision de documents (bombes, blocs, lapilli); les bombes à centre ponceux et à périphérie obsidienmique rejetées à l'état pâteux représentent, à n'en pas douter, le magma neuf. Grâce à l'obligeance de M. Mercalli, j'ai pu étudier, en outre, une nombreuse série d'échantillons recueillis par lui pendant toute la durée de l'éruption.

Mes bombes sont incontestablement identiques à celles décrites par MM. Sabatini et Hobbs; elles appartiennent bien en effet à un trachyte, légèrement augitique, à anorthose (ou orthose sodique), andésine et augite, avec un peu d'olivine; j'ajouterai seulement que la structure de la pâte microlitique, riche en verre, rappelle celle de la dômite par la forme des microlites feldspathiques, aplatis suivant g^1.

Ce trachyte renferme en abondance des enclaves, petites ou grosses, dans lesquelles on peut distinguer deux types : les unes sont des enclaves homœogènes plésiomorphes, des *microsanidinites*, renfermant des cristaux porphyriques d'augite, d'andésine et d'olivine, englobés dans une pâte holocristalline à grands éléments d'orthose sodique, enveloppant de l'augite, de la biotite et des grains de magnétite. Les autres sont des enclaves homœogènes synmorphes, des *basaltes*, dont les phénocristaux de plagioclases basiques, d'augite et d'olivine sont plus ou moins intacts, tandis que la pâte microlitique a fondu et a recristallisé sous forme de gros microlites palmés, parfois groupés autour d'un centre, souvent orientés sur les plagioclases anciens et renfermant dans tous les cas une grande quantité de petits grains de magnétite et d'augite.

Les analyses suivantes ont été faites par M. Pisani sur un bloc (*a*), sur le centre ponceux d'une bombe (*b*) du trachyte et enfin (*d*) sur une enclave de microsanidinite. Je donne en outre en *c* l'analyse de M. Kahlenberg, sur laquelle M. Hobbs a basé sa discussion.

	SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	TiO^2.	P^2O^5.	Perte au feu.	
a..	66,51	16,18	0,36	3,75	1,63	1,97	4,15	5,45	0,41	0,12	»	=100,53
b..	66,20	16,18	0,10	3,75	1,28	2,12	3,74	5,15	0,38	0,12	0,63	= 99,65
c...	66,99	17,56	1,41	3,39	0,93	4,25	3,35	0,34	n. d.	traces	1,53	= 99,75
d..	56,10	18,13	3,55	4,23	2,78	6,55	3,17	4,72	0,80	0,37	»	=100,40

Les analyses *a* et *b* correspondent au type *toscanose* (I.4.2.3), alors que la microsanidinite est une *shoshonose* (II.5.3.3). On ne peut guère expliquer que par une imperfection analytique les résultats de l'analyse *c*; on ne comprend pas, en effet, comment une roche essentiellement constituée par de l'anorthose et un verre acide, une roche dont le pyroxène lui-même renferme, d'après M. Hobbs, 1,50 pour 100 d'alcalis, pourrait ne contenir que 3,69 de ceux-ci, dont 0,34 seulement de potasse; les nouvelles analyses données ici, vérifiées par d'autres dosages d'alcalis, ayant fourni comme valeurs extrêmes : $K^2O = 5,02$ et $Na^2O = 4,66$, ne laissent donc pas de doute sur la nature de la lave de 1888-1889.

Les roches du début de l'éruption, que M. Mercalli m'a communiquées, sont différentes; ce sont des laves anciennes ([1]), riches en produits d'origine pneumatolytique (quartz, tridymite, fayalite, augite, hématite, gypse) ayant cristallisé dans des fentes, qui correspondent à un rubanement originel. L'examen microscopique y montre de rares cristaux d'augite, d'olivine, d'andésine, distribués au milieu de microlites filiformes de feldspaths à extinctions longitudinales et de cristallites d'augite. Des éponges de quartz globulaire se trouvent dans beaucoup d'échantillons.

Cette composition et cette structure font penser à une andésite à structure pilotaxitique, mais la composition chimique ne confirme pas cette hypothèse. Les microlites ne peuvent être constitués que par un feldspath alcalin. L'analyse *d*, donnée plus loin, montre que cette roche est très analogue à l'obsidienne rhyolitique, riche en sphérolites feldspathiques ([2]).

([1]) M. Mercalli a signalé aussi des blocs de trachytes augitiques, d'andésites, de basaltes.

([2]) Les sphérolites feldspathiques (à allongement positif) de la rhyolite des Pietre Cotte se sont parfois développés autour de ces petites enclaves basaltiques recristallisées.

formant la coulée des Pietre Cotte, sur le flanc nord du cône de Vulcano (*e*), et de la rhyolite vitreuse du Monte Lentia (*f*), situé près de ce même cône; cette dernière roche offre une grande analogie de structure et de composition minéralogique avec la lave récente, mais elle est beaucoup plus riche qu'elle en verre (de couleur brunâtre). Toutes ces roches contiennent de petites enclaves basaltiques, recristallisées, semblables à celles du trachyte récent.

	SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	TiO^2.	P^2O^5.	Perte au feu.	
d..	71,60	13,05	0,92	1,26	0,69	1,94	4,65	4,90	0,14	»	0,62	= 99,77
e...	72,89	14,50	»	2,48	1,17	0,58	4,42	4,23	0,06	»	»	= 100,33
f...	71,41	13,30	»	2,40	0,85	2,63	4,30	4,57	»	0,25	0,12	= 99,83

Ces analyses conduisent à rapporter ces diverses rhyolites à la *liparose* (I.4.1.3).

Il est possible de tirer les conclusions suivantes des faits qui viennent d'être exposés :

1° La lave de la récente éruption de Vulcano ne constitue pas un type pétrographique spécial : sa composition chimique varie peu dans les échantillons analysés. C'est un *trachyte* à anorthose, augite et olivine; il n'y a aucun désaccord entre sa composition minéralogique et sa composition chimique; celle-ci le rapproche des trachytes de la Toscane et en particulier de ceux du Monte Amiata.

2° Les enclaves de microsanidinite se rapportent à un type chimico-minéralogique, la shoshonose, connu dans des séries pétrographiques, comprenant des roches alcalines à feldspathides; sa composition chimique est presque identique à celle de la trachyandésite micacée (*biotit-vulsinite*) du Monte Santa Croce, qui forme un dôme au milieu du grand cratère leucitique de Roccamonfina. Elle ne renferme que 2 pour 100 environ de silice libre; un abaissement de quelques unités dans la teneur en silice ou un léger accroissement en alcalis auraient pour conséquence de rendre possible la production de feldspathides. Cette remarque a une grande importance, si l'on tient compte de l'existence à Vulcanello de la leucittéphrite signalée jadis par M. Backstrom. Aussi m'a-t-il paru intéressant de faire analyser un échantillon de cette lave, que j'ai recueilli sur la côte orientale de Vulcanello, à moins de 2^{km} du cratère de Vulcano :

SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	TiO^2.	P^2O^5.
52,10	15,05	3,40	3,49	4,85	9,13	4,07	5,43	0,88	0,26 = 100,66

Cette analyse correspond à la composition d'une *shonkinose* (III.6.2.3).

3° J'ai réuni dans le Tableau suivant quelques-uns des paramètres magmatiques de M. Michel Lévy, déduits des diverses analyses données plus haut. Les roches sont ordonnées suivant les valeurs croissantes en éléments ferromagnésiens calculés (x). Je rappellerai que ces paramètres sont obtenus en partant des nombres en poids fournis par l'analyse.

	x.	r.	$2k+3n$.	$S_{sal.}$	$SiO^2_{lib.}$	Φ.	ψ.
Rhyolite. Pietre Cotte	7	0,95	21,7	69,1	26,2	3,2	2,0
» Monte Lentia	10,6	1,1	21,0	65,8	22,3	3,1	3,0
Trachyte 1888-1889 (moyenne)	10,9	1,4	22,4	61,5	14,7	2,7	2,7
Enclave de microsanidinite	22,0	1,5	18,9	50,0	2,3	2,6	2,8
Leucittéphrite. Vulcanello	39,0	1,3	23,0	35,0	0	1,5	1,8

On remarquera le peu de variation du rapport des alcalis ($r = K^2O : Na^2O$) de ces roches, qui sont toutes sodipotassiques; la potasse l'emporte presque toujours (en poids) sur la soude. La somme des molécules des alcalis ($2k + 3n$) subit des variations peu étendues, alors que la silice des éléments blancs ($S_{sal.}$) varie beaucoup; de l'association de ces deux faits résulte la variation continue de la valeur de Φ, paramètre qui, au contraire, est assez constant dans beaucoup d'autres centres volcaniques. Enfin, il faut noter la fixité relative de la valeur de ψ (rapport du fer à la magnésie).

L'association de toutes ces roches, si étroitement liées les unes aux autres, montre que Vulcano présente tous les caractères d'une province pétrographique bien définie, au lieu du mélange hétérogène de types discordants, que laissaient supposer les observations antérieures.

Le petit nombre d'analyses des obsidiennes et des ponces de Lipari, qui ont été publiées jusqu'ici, rattachent ces roches au même type que les rhyolites de Vulcano. Il est bien vraisemblable que l'étude plus approfondie de l'ensemble des roches volcaniques des îles Éoliennes permettra d'étendre encore ces analogies.

En terminant, je ferai remarquer que, si la lave de la récente éruption de Vulcano semble n'avoir présenté que de faibles variations chimiques, sa comparaison avec la seule lave épanchée depuis la fin du XVIIIe siècle, celle des Pietre Cotte, décrite pour la première fois par Dolomieu et datant de 1771, montre au contraire que, depuis cette époque, le magma, qui alimente le volcan de Vulcano, a subi une modification chimique très nette. Il serait intéressant de rechercher s'il s'agit là d'un phénomène de différenciation [dans ce cas, les enclaves de microsanidinite pourraient en être

un terme plus évolué dans le sens de la basicité (¹)], ou bien si, au contraire, le magma de 1771 n'a pas été depuis lors endomorphisé par la lente dissolution d'une lave basique plus ancienne; celle-ci devrait être, dans ce cas, comparable à la leucittéphrite de Vulcanello, c'est-à-dire plus potassique que la rhyolite; la digestion complète d'enclaves basaltiques ne conduirait évidemment pas à la roche de 1888-1889.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur quelques propriétés du bacille tuberculeux cultivé sur la bile.* Note de MM. **H. Calmette** et **C. Guérin**.

Nos recherches antérieures sur l'infection tuberculeuse expérimentale par les voies digestives ont établi que, pour contaminer sûrement les animaux avec des cultures ou avec des fragments d'organes tuberculeux, il est nécessaire que les bacilles soient très finement divisés et émulsionnés dans un liquide mucilagineux empêchant leur réunion en amas. C'est ce qui explique la constance et la gravité des infections réalisées chez les Bovidés par l'ingestion de lait bacillifère.

Nous avons montré, en outre, que les bacilles de culture, introduits dans l'organisme par le tube digestif, sont absorbés et résorbés beaucoup plus facilement que les mêmes bacilles introduits par voie sous-cutanée ou intraveineuse. Chez les animaux vaccinés on constate, par exemple, que, 3 mois après une infection intestinale massive, les ganglions mésentériques ne renferment plus aucun bacille dont la présence soit décelable par l'inoculation expérimentale au cobaye, tandis que, plus de 10 mois après une infection d'épreuve par voie intraveineuse, les ganglions médiastinaux et péribronchiques sont encore virulents (²). Mais, plus on étudie expérimentalement la tuberculose, plus on arrive à se convaincre que les lésions produites par les bacilles provenant de cultures artificielles en milieux glycérinés (sérum gélatiné, pomme de terre, bouillon), quelle que soit la voie d'infection, sont généralement très différentes de celles qu'on observe soit dans les infections naturelles, soit dans les infections provoquées par l'in-

---

(¹) Je ferai remarquer en passant que la microsanidinite analysée n'est pas sans quelque analogie chimique avec une trachyandésite en place à la Grotta di Palizzi (sur le versant sud du cône de Vulcano), dont l'analyse a été publiée par M. Bergeat.

(²) *Annales de l'Institut Pasteur*, septembre 1908.

gestion ou par l'inoculation de lait ou d'organes tuberculeux finement divisés.

A la suite d'expériences nombreuses ayant pour objet l'étude des modifications subies par le bacille tuberculeux *de culture*, dans son passage à travers le tube digestif, nous avons été conduits à constater que ce bacille se cultive parfaitement sur la bile pure, glycérinée à 5 pour 100 et stérilisée, et qu'après quelques réensemencements successifs sur ce milieu, il acquiert des caractères physiologiques très particuliers [1].

Voici la technique à laquelle nous nous sommes arrêtés :

Pour la culture du bacille *bovin*, on réunit dans un ballon le contenu de plusieurs vésicules biliaires de bœuf aussi fraîches que possible. On stérilise à 120° et l'on conserve environ 3 semaines le ballon au repos, à la température du laboratoire. Il s'y forme un abondant dépôt de pigments de couleur rouge brique qu'on sépare ensuite par filtration sur papier au moment de l'usage.

Des fragments de pommes de terre, taillés à l'emporte-pièce, sont immergés complètement dans cette bile à laquelle on ajoute 5 pour 100 de glycérine. On porte le tout au bain-marie à 75° pendant 3 heures. Les pommes de terre sont ensuite égouttées et réparties en tubes étranglés qu'on remplit jusqu'à l'étranglement avec la bile pure glycérinée à 5 pour 100. On stérilise 30 minutes à 120°.

Ensemencée sur les pommes de terre ainsi préparées, la tuberculose bovine pousse très vite et prend un aspect qui ne ressemble en aucune manière à celui que présentent les cultures normales sur pommes de terre glycérinées. Déjà après 10 jours toute la surface est couverte d'une couche crémeuse mince, gris verdâtre, qui s'épaissit peu à peu pour atteindre son maximum au bout de 45 jours. A ce moment la pomme de terre est recouverte d'un enduit luisant, uni, de couleur café au lait, ressemblant à une vieille culture de morve. La quantité de microbes qu'on peut obtenir d'une seule culture est d'environ $0^{g},500$ (pesés à l'état humide).

Les bacilles tuberculeux ainsi cultivés sont granuleux, grêles et plus longs que sur les milieux habituels. Ils gardent les mêmes caractères de colorabilité par le Ziehl. A poids égal ils fournissent une plus forte proportion de matières grasses solubles dans l'alcool. Reportés sur les milieux ordinaires, ils reprennent aussitôt l'aspect qu'ils présentent normalement sur

---

[1] Disons immédiatement que, contrairement à l'hypothèse récemment émise par quelques auteurs, la bile, non plus que la cholestérine extraite de celle-ci, n'exerce aucune action antitoxique sur la *tuberculine*. Nous avons fait des mélanges en proportions variables de tuberculine avec la bile, la cholestérine en émulsion sodique et l'extrait biliaire dit *paratoxine* de G. Lemoine et Gérard. Ces mélanges, même après des temps de contact prolongés, produisent encore des réactions locales (oculo- et cutiréaction) très nettes chez le bœuf et chez l'homme.

chacun de ces milieux. Pourtant, en bouillon glycériné, un premier ensemencement en profondeur donne des amas grumeleux, assez semblables aux cultures d'actinomycose. Le second passage sur bouillon forme un voile.

L'inoculation intrapéritonéale de 1^{mg} (pesé à l'état frais) de bacilles cultivés sur bile comme il a été dit ci-dessus tue constamment les cobayes en un délai maximum de 18 jours, tandis que les cobayes, inoculés avec la même dose de la même culture normale sur pomme de terre, succombent entre 20 et 45 jours. Les lésions produites par le bacille bilié consistent en une péritonite exsudative, avec fausses membranes très fines sur le foie et la rate. Celle-ci est triplée de volume. Il n'y a pas de lésions folliculaires. Très souvent l'épiploon forme une masse dure, volumineuse, d'aspect fibreux avec, de place en place, de petites masses purulentes contenant un nombre énorme de leucocytes polynucléaires bourrés de bacilles : ceux-ci y prennent l'aspect de pelotes compactes refoulant le noyau leucocytaire à la périphérie : il semble qu'il y ait culture intracellulaire, et non simple excès de phagocytose. Aucune formation de cellules géantes.

On trouve, en outre, presque toujours une pleurésie double avec épanchement roussâtre remplissant les deux plèvres. Les poumons sont hépatisés, sans tubercules. Le petit ganglion rétrosternal est souvent caséeux et fourmille de bacilles.

En injection sous-cutanée, $0^{mg},5$ de bacilles biliés produisent plus rapidement un abcès local que la même dose de bacilles de culture ordinaire. La généralisation de l'infection aboutit ensuite à des lésions d'infiltration : rate volumineuse, pleurésie, hépatisation pulmonaire, le plus souvent sans tubercules, comme à la suite de l'inoculation intrapéritonéale.

Nous étudions actuellement les effets de l'ingestion et de l'inoculation intraveineuse de ce bacille chez les Bovidés. Nos premières expériences montrent qu'il est très facilement absorbé par le tube digestif et que, lorsqu'il pénètre à haute dose par cette voie (repas quotidien de $0^{g},05$ répété 5 jours consécutifs), il produit en 90 jours des lésions à calcification rapide, semblables à celles qu'on constate chez les animaux infectés spontanément ou par cohabitation étroite avec des porteurs de tuberculoses ouvertes [1]. Nous avons pu constater en outre que, par l'inoculation intraveineuse de 5^{mg} de bacille bilié, on réalise une infection générale sans lésions folliculaires, tout à fait comparable par son évolution au type décrit par Landouzy chez l'homme, sous le nom de *typho-bacillose*. La maladie se manifeste par une fièvre débutant 5 jours après l'inoculation et qui s'élève rapidement pour atteindre son maximum le 18e jour (41°). A partir de ce moment, par des oscillations irrégulières, la température s'abaisse peu à

---

[1] Rapport de Rossignol et Vallée sur les expériences de Melun, p. 26 (*Bulletin de la Société de Médecine vétérinaire pratique*, 1906).

peu et revient à la normale vers le 36e jour. A l'autopsie d'une génisse de 14 mois, abattue 90 jours après l'inoculation intraveineuse et qui réagissait à la tuberculine la veille de sa mort, nous avons trouvé tous les organes parfaitement sains, sans aucune trace de tubercules. Mais ses ganglions bronchiques et médiastinaux contenaient encore quelques rares bacilles dont la présence fut révélée par l'inoculation au cobaye (8 cobayes sur 10 devenus tuberculeux après 45 jours).

Conclusions. — Le bacille tuberculeux bovin, cultivé sur bile de bœuf, acquiert des propriétés spéciales : il est facilement absorbable à travers la paroi du tube digestif et, lorsqu'il pénètre en quantité suffisante par cette voie, il peut créer des lésions à calcification rapide telles qu'on n'en obtient jamais expérimentalement avec les cultures en milieux ordinaires glycérinés.

Injecté par voie intraveineuse aux Bovidés, il produit une maladie générale fébrile, sans formation de tubercules, évoluant comme une *typho-bacillose*.

Indiquons en terminant que la tuberculose d'origine humaine pousse très difficilement sur la bile de bœuf et que la tuberculose aviaire n'y pousse pas du tout. Par contre, chacune de ces deux tuberculoses, ensemencées respectivement sur bile humaine et sur bile de poule, se développe très rapidement; leurs cultures prennent alors le même aspect que celles de tuberculose bovine sur bile de bœuf.

Il résulte jusqu'à présent de nos expériences que ce nouveau procédé de culture paraît pouvoir être avantageusement employé pour différencier d'emblée les types de bacilles tuberculeux *bovins*, *humains* ou *aviaires*.

M. **Pierre Duhem**, faisant hommage à l'Académie d'un Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre : Σώζειν τὰ φαινόμενα; *Essai sur la notion de théorie physique, de Platon à Galilée*, adresse la lettre suivante :

Des opinions nombreuses et très diverses sont, aujourd'hui, émises et soutenues sur la nature et la portée de la théorie physique. Les textes que j'ai réunis montrent, je crois, que ces différentes opinions comptaient, dès l'antiquité grecque, des représentants parmi les philosophes. Depuis ce temps, la discussion s'est poursuivie sans cesse entre les savants qui tenaient pour des avis opposés. Je me suis efforcé de retracer les phases par lesquelles cette discussion a passé en la Science juive et arabe, en la Scolastique chrétienne du moyen âge, enfin au temps de la Renaissance et jusqu'à la condamnation de Galilée.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section de Physique, en remplacement de M. *E. Mascart*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 52,

M. Villard obtient . . . . 34 suffrages
M. Branly » . . . . 18 »

M. **Villard**, ayant réuni la majorité des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

CORRESPONDANCE.

L'**Académie royale des Sciences de Prusse** adresse à l'Académie l'expression de ses sentiments de sympathie à l'occasion de la mort de M. *Albert Gaudry*, l'un de ses Correspondants.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

The norwegian Aurora Polaris Expedition, 1902-1903. Vol. I : *On the cause of magnetic storms and the origin of terrestrial magnetism*, by Kr. Birkeland. First section.

MM. **Dautriche**, **A. Frouin**, **E. Estanave**, **Rennes**, **P. Remlinger** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

M. **Liniger** adresse de Grenoble la dépêche suivante :

« Sismographe Faculté des Sciences enregistre une secousse le 28 décembre à 4 heures 33 minutes 46 secondes matin. »

ASTRONOMIE. — *Au sujet de la distribution des aphélies des petites planètes.* Note de M. **Émile Belot**, présentée par M. H. Poincaré.

Les aphélies des 632 petites planètes figurant à l'Annuaire de 1908 sont nettement groupées en longitude : il y en a 419 sur le demi-cercle 135°-315° des longitudes qui contient aussi les L aphélies de toutes les grosses planètes sauf Uranus : le demi-cercle opposé ne contient que 213 L aphé-

lies. Ces groupements sont encore plus caractérisés si l'on tient compte de la valeur des excentricités : le demi-cercle 135°-315° contient les L aphélies des petites planètes ayant la plus grande excentricité (116 sur 152 astéroïdes ayant $e > 0,20$), et les 123 L aphélies de petites planètes ayant $e < 0,08$ sont uniformément distribuées sur l'écliptique.

La distribution en longitude est donc la même que si les astéroïdes provenaient en majeure partie de directions projetées sur l'écliptique d'un même côté du Soleil.

La distribution en latitude des aphélies présente un intérêt particulier si, comme celle des comètes, la matière des petites planètes provient de masses ayant eu primitivement un mouvement de direction très divergente par rapport à l'écliptique.

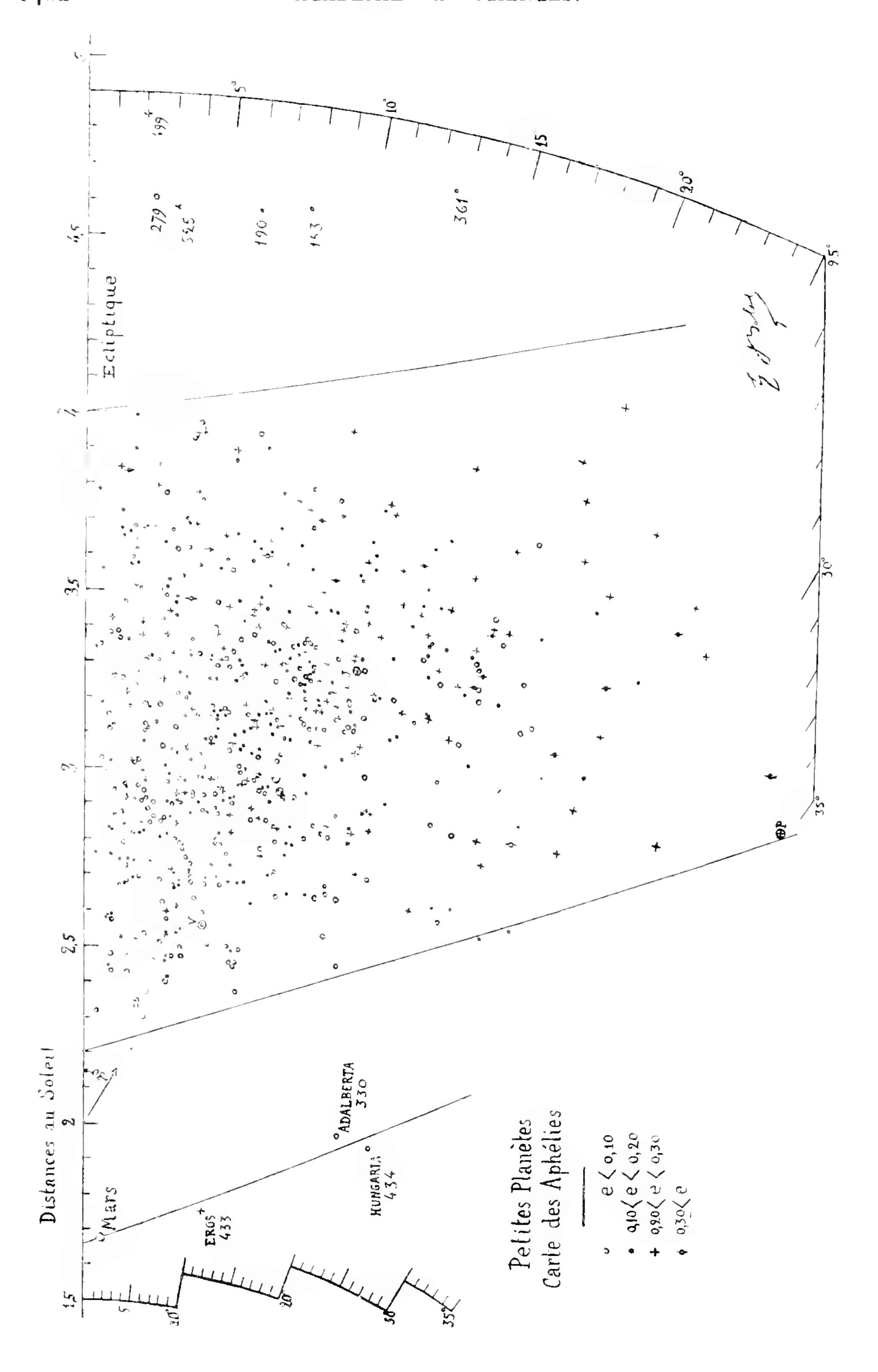
Dans ce cas, le point par lequel un astéroïde a pu s'introduire dans son orbite est la position A_m *d'aphélie à la distance maxima de l'écliptique.* L'aphélie de chaque orbite passe périodiquement par cette distance maxima et la ligne des apsides fait alors avec l'écliptique un angle égal à l'inclinaison i de l'orbite.

La Carte ci-contre figure sur un plan perpendiculaire à l'écliptique, du même côté de ce plan et du Soleil, les aphélies A_m au moyen de leurs distances au Soleil et des angles i. Soient V, C, J les aphélies de Vesta, Cérès et Junon : la ligne VJ passe par C (exactement à 0,002 en unités astronomiques), coupe l'écliptique à la distance 2,00 et fait avec ce plan un angle de 30°0'; C est presque au milieu de la longueur VJ.

La densité des aphélies varie brusquement quand on traverse cette ligne. Autour de V, C, J comme centres, traçons trois cercles de rayon 0,15 et le rectangle qui leur est circonscrit : la ligne VJ coupe ce rectangle en deux bandes égales de 0,15 de hauteur et 1,13 de longueur. La bande la plus rapprochée de l'écliptique contient 117 aphélies, la bande la plus éloignée 58 seulement. Dans les trois cercles, les quadrants les plus pauvres et les plus riches en aphélies sont opposés et inclinés d'un angle $\alpha = 14°$ sur l'axe de l'écliptique : ils contiennent, pour V, C, J, respectivement 13, 19, 17 aphélies dans les quadrants les plus riches, 1, 4, 3 aphélies dans les plus pauvres.

Cette distribution semble prouver que les masses relativement grandes de Vesta, Cérès, Junon ont absorbé la matière primitive en parcourant une trajectoire oblique sur l'écliptique faisant avec son axe un angle de 14°. Si l'on suit sur la Carte cette direction à partir de V, C, J, en s'éloignant de l'écliptique, on constate d'ailleurs des alignements vides d'aphélies rappelant les routes vides d'étoiles de la Voie lactée.

Une ligne passant par l'aphélie de Mars et faisant avec l'axe de l'écliptique un angle $\alpha_1 = 21°30'$ passe très près (à moins de 0,03) des aphélies d'Éros, d'Adalberta et de


Petites Planètes
Carte des Aphélies
e < 0,10
0,10 < e < 0,20
0,20 < e < 0,30
0,30 < e
Distances au Soleil
Mars
Ecliptique
EROS 433
ADALBERTA 330
HUNGARIA 434
279
190
143
361
499

Hungaria qui sont à 0,47 de toute autre aphélie, comme si ces trois astéroïdes faisaient partie de la famille ou de la nappe de Mars. L'inclinaison 21°30′ de cette nappe est voisine de la valeur vers laquelle tend l'inclinaison d'axe de cette planète, qui, de 28°42′ du temps d'Herschel, était réduite en 1907 à 23°16′ d'après les dernières déterminations de M. Lowell.

Une autre traînée (5 astéroïdes) d'aphélies, presque perpendiculaire à l'écliptique à la distance 4,6 et complètement isolée (à plus de 0,55) du groupe principal, aboutit à Thulé (279). De même les aphélies des petites planètes de la famille de Jupiter, non figurées, dessinent une nappe à peu près perpendiculaire à l'écliptique, c'est-à-dire parallèle à l'axe de cette planète.

Enfin le groupe principal des aphélies est limité du côté du Soleil par une ligne passant par l'aphélie de Pallas et faisant avec l'axe de l'écliptique, un angle $\alpha_2 = 17°$.

Les angles α, α_2, α_1 (14°, 17°, 21°30′) sont croissants à partir de Jupiter (inclinaison d'axe 2°) en s'approchant de la Terre (inclinaison d'axe 23°27′). Les angles α, α_1, α_2 et les courbes tracées sur la Carte comme profils des nappes coïncident avec les déterminations obtenues au moyen des formules (7) et (4) de la Note insérée aux *Comptes rendus* le 4 décembre 1905.

ASTRONOMIE. — *Sur l'emploi d'écrans colorés et de plaques orthochromatiques pour l'observation photographique des étoiles fixes.* Note [1] de M. Østen Bergstrand, présentée par M. Deslandres.

M. Wallace a démontré récemment (*The Astrophysical Journal*, vol. XXVII, 1908) que l'emploi d'un écran coloré en combinaison avec des plaques orthochromatiques augmente notablement la netteté des images photographiques.

D'autre part, on sait que la dispersion atmosphérique, qui rend inégale l'action de la réfraction sur les étoiles de différentes couleurs, a une influence considérable sur l'exactitude des observations photographiques. Même pour les étoiles d'une même couleur on peut constater une influence assez sensible de la dispersion atmosphérique, à cause d'un phénomène analogue à celui de Purkinje. En effet, M. Hertzsprung (*Bulletin astronomique*, t. XXV, 1908) et moi (*Astronomische Nachr.*, t. CLXXVII, 1908), nous avons pu montrer que la longueur d'onde effective dépend (pour les réfracteurs) non seulement de la couleur, mais aussi de la grandeur de l'étoile et de la durée d'exposition.

(1) Présentée dans la séance du 14 décembre 1908.

Pendant mon séjour à l'Observatoire de Meudon cet été, M. Deslandres m'a proposé de rechercher si l'on pourrait aussi, en employant un écran coloré, diminuer ou même éliminer l'influence de la dispersion atmosphérique. Il a mis à ma disposition le grand télescope (de 1^{m} d'ouverture et de 3^{m} de distance focale) et un écran jaune qui ne laisse passer qu'une partie limitée du spectre, située autour de $\lambda = 550^{\mu\mu}$.

Devant l'ouverture du télescope, j'ai placé un grillage formé par des bandes larges de $1^{mm},5$, séparées par des intervalles de la même largeur. Quelques étoiles de différentes couleurs (blanches, jaunes et rougeâtres) ont été photographiées : 1° sur des plaques ordinaires de sensibilité extrême (Lumière, étiquette violette) sans écran; 2° sur des plaques orthochromatiques de Wratten et Wainwright (dites *allochromatiques*) sans écran; 3° sur des plaques de cette dernière sorte avec écran. Les expositions ont duré depuis 3 jusqu'à 3160 secondes.

En mesurant la distance entre les spectres de diffraction conjugués, on peut déterminer la *longueur d'onde effective* pour chaque étoile et pour les diverses durées d'exposition. Les mesures ont été faites à l'Observatoire d'Upsal et sont résumées dans le Tableau ci-après.

En général, j'ai mesuré seulement les spectres du premier ordre. Sur les plaques exposées avec écran, où les spectres sont plus courts, j'ai pu, dans quelques cas, mesurer aussi les spectres du troisième et même du cinquième ordre. Pour ces derniers spectres, j'ai indiqué entre parenthèses les durées d'exposition approchées, correspondant à leur éclat.

		Plaques					
		ordinaires.		orthochromat. sans écran.		orthochromat. avec écran.	
Étoiles.	Grandeur et couleurs.	Exp.	λ.	Exp.	λ.	Exp.	λ.
		s	μμ	s	μμ	s	μμ
ο¹ Lyre	5,95 blanche	1000	417	1000	430	1000	549
		100	418	316	429		
		32	412	100	420		
		10	412	32	423		
α Cygne	1,59 blanche	100	428	316	443	1000	549
		32	426	100	443	316	546
		10	427	32	443	100	548
		3	420	10	432	(62)	551
						32	549
						(20)	549
						(18)	551
						10	551

Étoiles.	Grandeur et couleurs.	Plaques ordinaires. Exp.	ordinaires. λ.	orthochromat. sans écran. Exp.	sans écran. λ.	orthochromat. avec écran. Exp.	avec écran. λ.
BD 47°4107...	7,87 blanche	1000^s	422$^{\mu\mu}$			3160^s	551$^{\mu\mu}$
		316	422				
		100	422				
		32	423				
		10	421				
30 Cygne.....	4,94 blanche	1000	430	1000^s	452$^{\mu\mu}$	1000	549
		316	428	316	449	740	545
		100	427	100	432	316	551
		32	424	32	429		
		10	425	10	428		
BD 47°4114...	6,48 jaune	1000	436			3160	554
		316	441			1000	555
		100	439				
		32	437				
		10	441				
11 Andromède	5,54 jaune	1000	437			3160	552
		316	436			1000	552
		100	434			316	557
		32	432			(197)	552
		10	434				
31 Cygne.....	3,94 jaune	1000	439	1000	466	1000	550
		316	433	316	461	740	552
		100	434	100	460	316	553
		32	432	32	442	100	555
		10	433	10	441	(62)	555
8 Andromède.	4,96 jaune rouge	1000	448			3160	552
		316	449			1000	552
		100	447			316	548
		32	449			(197)	554
		10	449				
δ^2 Lyre......	4,37 jaune rouge	1000	447	1000	481	1000	551
		100	444	316	476	316	548
		32	445	100	457		
		10	447	32	454		

On voit que les valeurs de λ pour les différentes étoiles varient selon la couleur et la durée d'exposition, depuis $412^{\mu\mu}$ jusqu'à $449^{\mu\mu}$ pour les plaques

ordinaires, et depuis $420^{\mu\mu}$ jusqu'à $481^{\mu\mu}$ pour les plaques orthochromatiques sans écran. L'influence systématique de la durée d'exposition sur la longueur d'onde effective est bien marquée pour ces dernières plaques, et plus faible pour les plaques ordinaires. Par contre, on trouve que les valeurs de λ obtenues en employant l'écran coloré sont toutes (sauf une seule) comprises entre $545^{\mu\mu}$ et $555^{\mu\mu}$, et ne semblent dépendre systématiquement ni de la couleur ni de la durée d'exposition. Les différences entre les diverses valeurs sont, en effet, insignifiantes et tout à fait accidentelles; ces valeurs sont pratiquement identiques.

En résumé, la combinaison d'un écran jaune (¹) et d'une plaque orthochromatique assure une netteté plus grande des images et l'élimination de l'influence nocive due à la réfraction atmosphérique. Elle est à recommander dans toutes les mesures précises de position, et en premier lieu dans la recherche des parallaxes stellaires.

AVIATION. — *Principes du vol à voile.* Note (²) de M. L. **Thouveny**, présentée par M. J. Violle.

L'origine de la force motrice qui entretient ou augmente l'énergie de l'oiseau voilier se révèle quand on considère l'orientation de son corps par rapport à la tangente GT à sa trajectoire. L'oiseau, animé d'une vitesse V, est soumis à un courant fictif de vitesse GB, résultante de $-$ V et de GE, vitesse du vent. Ce *vent résultant* oriente l'axe de l'oiseau suivant GB et produit sur les ailes la réaction $F = GC$ faisant un petit angle α avec la normale GN à GB, et se projetant en $GD = f$ sur GT. Les cas où f est motrice, c'est-à-dire où il y a captation de l'énergie du vent, se ramènent aux trois suivants, où β est supposé $> \alpha$ ou que sa projection horizontale :

A. *L'oiseau parcourt, dans un plan vertical, avec vent debout, une trajectoire à pente moins descendante ou plus ascendante que celle de la vitesse du vent prise en sens inverse.*

B. *L'oiseau parcourt, dans un plan vertical, avec vent arrière, une trajectoire à pente plus descendante ou moins ascendante que celle du vent.*

(¹) On pourrait évidemment employer tout autre écran absorbant, à la seule condition que les radiations qui passent soient comprises entre des limites assez étroites.

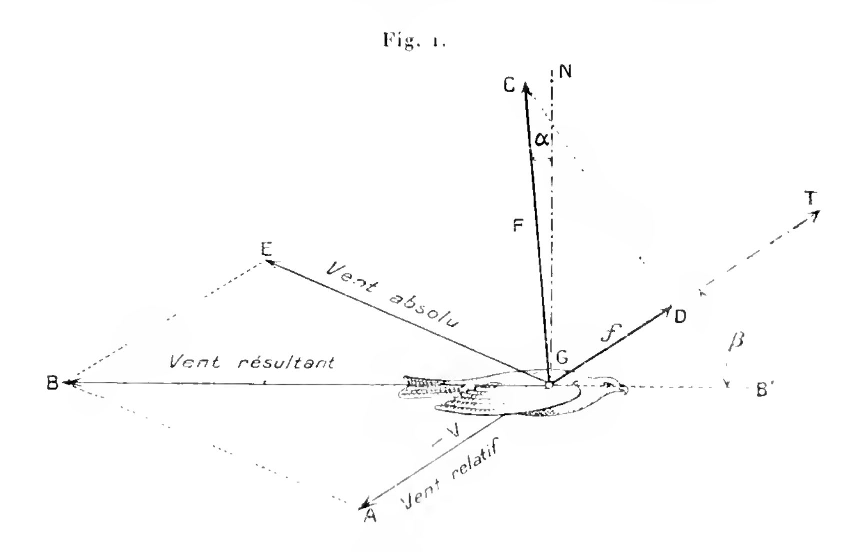
(²) Présentée dans la séance du 21 décembre 1908.

C. *Par vent horizontal, l'oiseau parcourt, dans un plan horizontal, un arc présentant sa convexité vers la région d'où souffle le vent.*

La force f est résistante dans trois cas inverses de A, B, C, que nous désignerons par X (vent debout), Y (vent arrière) et Z.

D'après cela, par vent horizontal, f est motrice quand l'oiseau monte bec au vent (A), ou descend vent en queue (B). Elle est résistante dans la descente vent debout (X) et dans la montée vent arrière (Y).

Fig. 1.



Oiseaux rameurs. — Quand ils sont assimilables à des aéroplanes (vol normal, battements réguliers), ces principes concernant f leur sont applicables. Mais les variations totales de l'énergie sont affectées par des variations dans le rendement du travail moteur de l'oiseau (propulsion par battements dirigée suivant GB', au lieu de GT; ailes agissant sur de l'air en mouvement).

Vents ascendants. — Ils exercent une influence favorable sur la grandeur et, parfois, le sens de f. Si la composante verticale de leur vitesse est suffisante ils assurent le planement indéfini.

Vents horizontaux. — L'oiseau ne peut, en ce cas, se maintenir au delà d'un certain temps dans les conditions A, B, C; il y aurait entraînement pour A, descente jusqu'au sol pour B, orientation vent arrière pour C; si son vol se prolonge, il passe par des alternatives favorables et défavorables; mais on démontre, dans cette étude, que, par vent horizontal *régulier*, le planement perpétuel est impossible. Cependant l'oiseau peut réaliser des

gains limités; exemples : vol d'enlèvement des rameurs, bec au vent (cas A); passades du Faucon avec gain de hauteur (A ou B); etc.

Si la vitesse du vent varie avec le temps ou l'altitude, ou encore en direction, l'oiseau peut obtenir des planements prolongés en manœuvrant de façon que les gains A, B, C l'emportent sur les pertes X, Y, Z : Ainsi l'Autour progresse contre le vent en montant (A) quand la vitesse est forte, et en descendant (X) quand elle diminue; dans le vol elliptique, l'oiseau décrit la demi-courbe convexe vers le vent (C) quand celui-ci se renforce, et la partie concave (Z) quand il faiblit; si le gain ainsi obtenu est suffisant, l'oiseau s'élève et réalise le vol par orbes (A, et parfois B, interviennent alors); pour avancer contre un vent violent, le Goéland suit un parcours horizontal légèrement sinueux où C et Z alterneraient s'il ne profitait des changements de direction du vent pour esquiver Z; etc.

Les six propositions démontrées conduisent ainsi, pour un nombre assez considérable de manœuvres voilières *réellement pratiquées*, à des explications rationnelles, pouvant d'ailleurs être contrôlées par des reconstitutions de trajectoires, calculs de gains d'énergie, etc., à l'aide des formules du mouvement relatif de l'oiseau établies dans cette étude.

AÉRONAUTIQUE. — *Modèle spécial de ballon*. Note de M. **Radiot**, présentée par M. H. Deslandres. (Extrait.)

L'auteur demande la permission de rappeler à l'Académie que, dans un pli cacheté déposé à l'Académie le 28 mars 1889 et ouvert le 20 décembre 1903, il a préconisé un type mixte, qui comporte un ballon ordinaire allongé et un grand plan sustentateur placé entre le ballon et la nacelle.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème des efforts dans la théorie de l'élasticité*. Note [1] de M. **A. Korn**, présentée par M. Émile Picard.

J'ai indiqué dans une Note récente [2] une méthode pour résoudre le problème des efforts d'une manière très générale. Nous traiterons ici spécia-

---

(1) Présentée dans la séance du 14 décembre 1908.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 578.

lement le cas $k = 1$, c'est-à-dire, en employant les notations de la Note citée, le problème

$$(1) \qquad \Delta u + \frac{\partial \theta}{\partial x} = 0, \qquad \ldots \qquad \text{(à l'intérieur)},$$

$$(2) \qquad \frac{\partial u}{\partial \nu} = -\frac{1}{2}[\mathfrak{w}\cos(\nu y) - \mathfrak{v}\cos(\nu z)] + f_1, \qquad \ldots \qquad \text{(à la surface } s\text{)},$$

où f_1, f_2, f_3 désignent trois fonctions données à la surface, satisfaisant à certaines conditions de continuité et remplissant les six conditions

$$(3) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \displaystyle\int_s f_1\, ds = 0, \qquad \ldots, \\ \displaystyle\int_s (y f_3 - z f_2)\, ds = 0, \qquad \ldots \end{array} \right.$$

J'ai été amené à la solution de ce problème *préliminaire* par l'application de la méthode des approximations successives au problème (6) de la Note citée; voici plus explicitement la méthode qu'il a fallu suivre : Nous définirons les triplets successifs u'_j, v'_j, w'_j harmoniques à l'intérieur, par les conditions suivantes :

$$(4) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \displaystyle\frac{\partial u_0}{\partial \nu} = f_1, \qquad \ldots \qquad \text{(à la surface } s\text{)}, \\ \displaystyle\int_\tau u'_0\, d\tau = \int_\tau v_0\, d\tau = \int_\tau w'_0\, d\tau = 0; \end{array} \right.$$

$$(5) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \displaystyle\frac{\partial u'_j}{\partial \nu} = -3\frac{\partial u_{j-1}}{\partial \nu} - \frac{1}{2\pi}\frac{\partial^2}{\partial x\, \partial \nu}\int_\tau \theta_{j-1}\frac{d\tau}{r} + 4\frac{\partial U'_{j-1}}{\partial \nu} \\ \qquad - 2[(\mathfrak{w}'_{j-1} - \mathfrak{W}'_{j-1})\cos(\nu y) - (\mathfrak{v}'_{j-1} - \mathfrak{V}'_{j-1})\cos(\nu z)], \qquad \ldots \\ \displaystyle\int_\tau u'_j\, d\tau = \int_\tau v'_j\, d\tau = \int_\tau w'_j\, d\tau = 0, \end{array} \right. \qquad \begin{array}{l} \text{à la surface } s \\ (j = 1, 2, \ldots), \end{array}$$

en posant

$$(6) \qquad U'_j = \frac{1}{4\pi}\int_s \left[\frac{\partial \psi_j}{\partial y}\cos(\nu z) - \frac{\partial \psi_j}{\partial z}\cos(\nu y)\right]\frac{ds}{r}, \qquad \ldots \qquad (j = 0, 1, 2, \ldots),$$

et en désignant par ψ_j la fonction harmonique de l'intérieur ayant les dérivées normales

$$(7) \qquad \frac{\partial \psi_j}{\partial \nu} = \mathfrak{u}'_j\cos(\nu x) + \mathfrak{v}'_j\cos(\nu y) + \mathfrak{w}_j\cos(\nu z),$$

à la surface s. On peut démontrer que les séries

$$(8) \qquad u' = u_0 + u'_1 + u'_2 + \ldots, \qquad U' = U_0 + U'_1 + U_2 + \ldots$$

sont absolument et uniformément convergentes avec leurs premières déri-

vées, et l'on arrive à la solution du problème (1), (2), en posant

$$(9)\qquad u = 4(u' - U') + \frac{1}{2\pi}\frac{\partial}{\partial x}\int_\tau \theta\,\frac{d\tau}{r}, \qquad \ldots.$$

Pour une suite infinie de nombres $\lambda_0, \lambda_1, \lambda_2, \ldots$, on peut démontrer l'existence de triplets u'_k, v'_k, w'_k, harmoniques à l'intérieur, que je propose d'appeler *les triplets préliminaires* de τ, satisfaisant aux conditions

$$(10)\qquad \begin{cases} \dfrac{\partial u'_\varkappa}{\partial \nu} = \lambda_\varkappa \Big\{ 3\dfrac{\partial u'_\varkappa}{\partial \nu} - \dfrac{1}{2\pi}\dfrac{\partial^2}{\partial x\,\partial \nu}\displaystyle\int_\tau \theta'_\varkappa \frac{d\tau}{r} + 4\frac{\partial U_\varkappa}{\partial \nu} \\ \qquad - 2\left[(w'_\varkappa - W'_\varkappa)\cos(\nu, y) - (v'_\varkappa - V'_\varkappa)\cos(\nu, z)\right]\Big\}, \qquad \ldots \qquad (\text{à la surface } s), \end{cases}$$

en posant

$$(11)\qquad U_\varkappa = \frac{1}{4\pi}\int_s \left[\frac{\partial \psi'_\varkappa}{\partial y}\cos(\nu, z) - \frac{\partial \psi'_\varkappa}{\partial z}\cos(\nu, y)\right]\frac{ds}{r}, \qquad \ldots,$$

et en désignant par ψ'_k la fonction harmonique de l'intérieur ayant les dérivées normales

$$(12)\qquad \frac{\partial \psi'_\varkappa}{\partial \nu} = u'_\varkappa\cos(\nu, x) + v'_\varkappa\cos(\nu, y) + w'_\varkappa\cos(\nu, z) \qquad (\text{à la surface } s).$$

Il y a une classe remarquable de ces triplets préliminaires pour laquelle les expressions (15) sont nulles; la sphère en possède : en prenant le centre de la sphère comme origine et en introduisant les coordonnées polaires r_1, θ_1, φ_1 par les transformations

$$(13)\qquad x = r_1\mu_1, \qquad y = r_1\sqrt{1-\mu_1^2}\cos\varphi_1, \qquad z = r_1\sqrt{1-\mu_1^2}\sin\varphi_1,$$

la sphère possède les triplets préliminaires

$$(14)\qquad u'_\varkappa = (2\varkappa+1)xF_\varkappa - r_1^2\frac{\partial F_\varkappa}{\partial x}, \qquad \ldots \qquad (\varkappa = 0, 1, 2, \ldots) \quad (^1),$$

où

$$(15)\qquad F_\varkappa = r_1^\varkappa Y_\varkappa(\mu_1, \varphi_1),$$

$Y_\varkappa$ désignant une fonction sphérique quelconque de l'ordre $\varkappa$.

A part les triplets (17) la sphère possède encore les triplets préliminaires

$$(16)\qquad u_\varkappa = y\frac{\partial F_\varkappa}{\partial z} - z\frac{\partial F_\varkappa}{\partial y}, \qquad \ldots \qquad (\varkappa = 1, 2, \ldots) \quad (^1).$$

---

(1) On peut ajouter à ces fonctions une constante multiplicative et trois constantes additives arbitraires, si l'on n'ajoute pas aux conditions (13) d'autres restrictions.

PHYSIQUE. — *Sur le pouvoir rotatoire magnétique de la vapeur de fluorure de calcium et de la vapeur d'hypoazotide au voisinage de leurs bandes d'absorption.* Note de M. **A. Dufour**, présentée par M. J. Violle.

On sait qu'on peut constater au voisinage de certaines raies qui présentent le phénomène de Zeeman longitudinal normal, l'existence d'un pouvoir rotatoire magnétique positif de chaque côté du doublet magnétique et négatif à l'intérieur du doublet ([1]). On peut prévoir la grandeur et le sens de ces rotations en les rattachant à la considération des circulaires inverses et à la loi de variation des indices au voisinage d'une raie ([2]). Pour les raies des terres rares qui donnent le phénomène de Zeeman longitudinal anormal, le sens des rotations précédentes est inversé, il est positif à l'intérieur de la raie modifiée, négatif en dehors ([3]).

J'ai étendu ces résultats au cas des bandes du fluorure de calcium formées, comme on sait, d'un grand nombre de composantes dont les fréquences appartiennent à une même formule par bande, en me limitant aux bandes D($\lambda = 6037$), D'($\lambda = 6050,8$), D''($\lambda = 6064,5$) qui présentent le phénomène de Zeeman longitudinal, anormal pour les deux premières et normal pour la dernière ([4]).

La vapeur de fluorure de calcium dans le champ magnétique possède un pouvoir rotatoire magnétique positif en dehors et au voisinage des doublets de toutes les composantes de la bande D'' et négatif à leur intérieur, la rotation pouvant atteindre dans les conditions où j'ai opéré une valeur de 40° à 50° au centre des doublets. Pour les bandes D, D' les rotations trouvées sont respectivement de signe contraire aux précédentes et légèrement plus faibles. La forme un peu particulière des courbes de dispersion rotatoire magnétique que l'on constate ici s'explique facilement à l'aide des considérations théoriques indiquées plus haut, en tenant compte de la structure des composantes de ces bandes et des résultats qu'a fournis pour elles l'étude du phénomène de Zeeman.

([1]) On n'a guère observé cette rotation magnétique que pour certaines raies des métaux alcalins. Je signale en passant les raies vertes $\lambda = 5202,5$, $5204,6$, $5208,6$ du chrome, ainsi que quelques-unes de ses raies violettes, qui en fournissent aussi de beaux exemples.

([2]) A. Cotton, *Le phénomène de Zeeman*, p. 91.

([3]) J. Becquerel, *Le Radium*, t. IV, 1907, p. 49.

([4]) A. Dufour, *Le Radium*, t. V, 1908, p. 291.

La même recherche, effectuée sur la vapeur d'hypoazotide à la température ordinaire, a conduit à des résultats nets, au moins pour quelques raies. M. Righi (¹) avait déjà constaté la rotation magnétique générale dans l'ensemble du spectre des vapeurs nitreuses, mais on n'a pas encore étudié le pouvoir rotatoire magnétique au voisinage des raies considérées isolément.

L'étude visuelle du spectre et celle des clichés montrent que, en particulier, les raies $\lambda = 5925,4$ et $5856,9$ présentent à leur voisinage une rotation magnétique *négative*, dont la valeur atteint une vingtaine de degrés dans les conditions de mes expériences (champ 4000, épaisseur du gaz 4^{cm}). Près des précédentes se trouvent les raies $\lambda = 5854,9$ et $5846,8$ qui donnent une rotation magnétique positive du même ordre de grandeur.

Il semblerait donc en résulter que la constatation du phénomène de Zeeman, dont l'existence avait déjà été signalée pour les vapeurs nitreuses [2], dût être assez facile. Il n'en est rien; en employant les appareils de polarisation nécessaires, le phénomène de Zeeman qu'on constate pour les raies précédentes, bien que rendu certain par la dissymétrie des spectres correspondant aux deux directions de vibrations différentes, est très petit, même en employant des champs de 16000 unités pour le phénomène longitudinal et de 26800 pour l'observation perpendiculaire au champ; les modifications observées pour ces raies sont bien plus faibles (une quinzaine de fois, environ) que celles montrées par les raies du sodium dans les mêmes conditions.

L'emploi de champs plus puissants encore permettra de préciser les modifications complexes que subissent ces raies; on pourra ainsi expliquer la faible variation inattendue de la longueur d'onde moyenne des composantes magnétiques de certaines raies, comme on peut le constater pour la raie $\lambda = 5925,4$ par exemple [3].

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la loi de l'optimum des phosphorescences cathodiques des systèmes binaires.* Note de M. G. URBAIN, présentée par M. Haller.

Il était hors de doute, après les travaux déjà anciens de M. de Boisbaudran et aussi de M. Verneuil, que la phosphorescence est une propriété des

(¹) RIGHI, *Le phénomène de Zeeman*, p. 99.

(²) RIGHI, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Bologne*, mai 1899. — A. DUFOUR, *Le Radium*, t. V, 1908, p. 86.

(³) On peut dès maintenant penser à expliquer la diminution de la longueur d'onde moyenne de cette raie sous l'influence du champ en admettant qu'elle est constituée par un ensemble de composantes fournissant chacune un phénomène de Zeeman normal, nul ou anormal.

dissolutions solides diluées. Nous avons montré, M. Bruninghaus et moi, par des expériences directes, que de tels mélanges, dans lesquels on fait varier progressivement les proportions relatives des constituants, admettent un optimum de phosphorescence cathodique quand on les bombarde tous de la même manière.

Nous n'avions fait ces expériences que dans un but de démonstration afin de mettre en évidence la loi du phénomène devant un auditoire nombreux, car cette loi pouvait être aisément déduite des expériences, peut-être moins frappantes, mais très nettes de nos devanciers. Cependant, plusieurs auteurs, qui ont repris la question après nous, nous ont entièrement attribué cette loi de l'optimum.

Il serait plus juste d'en attribuer la découverte à M. Lecoq de Boisbaudran, qui, s'il ne l'a pas énoncée en propres termes, en a fait du moins, pendant une dizaine d'années de recherches ininterrompues sur la phosphorescence cathodique, un usage constant.

Dans l'étude très étendue que j'ai faite dans ces dernières années de la phosphorescence cathodique, je me suis surtout proposé de dissiper les obscurités qu'une observation superficielle des spectres de phosphorescence des terres rares avait introduites dans l'histoire de ces éléments, et j'ai décrit dans une série de Notes antérieures les expériences qui m'ont permis de préciser la véritable nature des méta-éléments et des éléments phosphorescents de Sir W. Crookes.

Je rassemblerai dans cette Note les résultats généraux qui se dégagent de l'ensemble de ces expériences particulières :

1° Ainsi que M. Lecoq de Boisbaudran l'a soutenu, contradictoirement avec Sir W. Crookes, les corps purs n'ont pas de phosphorescence sensible.

Les phosphorescences vives résultent toujours du mélange d'au moins deux corps : l'un sert de phosphorogène, l'autre de diluant.

2° Dans un système phosphorescent binaire, l'optimum de phosphorescence correspond toujours à de faibles quantités du phosphorogène. Dans les mélanges de terres rares pures et de chaux, cet optimum, toujours assez étendu, correspond à des teneurs en terre rare de l'ordre du centième,

3° La loi de l'optimum est générale : elle est aussi bien applicable aux corps usuels qu'aux terres rares ;

4° La coloration de la phosphorescence ainsi que son spectre peuvent varier avec le degré de dilution du phosphorogène. Ce phénomène est analogue à celui des raies ultimes observé par M. de Gramont avec les spectres d'étincelle.

5° Avec des préparations faites avec des corps purs, satisfaisant en toute rigueur aux définitions de l'élément ou du corps simple [terme ultime auquel parvient l'analyse

(Lavoisier)}. On peut reproduire les profondes variations spectrales observées dans les mélanges intermédiaires que donnent les fonctionnements des terres rares.

De telles variations ne prouvent donc aucunement que le fractionnement a scindé un corps simple en plusieurs constituants.

5° La loi de l'optimum prend un sens beaucoup plus précis, si au lieu de l'appliquer aux phosphorescences globales, on l'applique isolément à chaque radiation dont l'ensemble compose le spectre.

L'énoncé correct de cette loi est le suivant :

Dans tout système phosphorescent binaire, dont on fait varier les teneurs relatives en phosphorogène et en diluant, on constate :

1° *Que chaque bande de phosphorescence passe par un optimum ;*

2° *Que les optima des différentes bandes ne coïncident pas nécessairement, bien qu'ils correspondent toujours à des proportions relativement faibles du phosphorogène.*

Les faits observés par M. de Gramont me paraissent dépendre d'une loi analogue.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la résistance électrique des métaux alcalins, du gallium et du tellure.* Note de MM. **A. Guntz** et **W. Broniewski**, présentée par M. A. Haller.

Nous avons mesuré la résistance électrique de quelques métaux dont l'étude, quoique présentant un certain intérêt théorique, a cependant été très négligée par suite des difficultés qu'elle présente.

Principe de la méthode. — Le métal était introduit dans un tube capillaire en forme d'U, présentant à sa partie supérieure un élargissement en dessous duquel sont soudées dans le verre deux électrodes de platine. Pour éviter l'étalonnage du tube en volume, la résistance spécifique du métal était mesurée par comparaison au mercure pur, résistance facile à déterminer à 0,0001 ohm près en comparant la différence de potentiel aux bornes d'un ohm étalon à la résistance inconnue. La température du tube maintenue constante était mesurée, aux basses températures, par un thermomètre à pétrole de Baudin (à 0°,5 près), à la température ordinaire par un thermomètre de Baudin (à 0°,05 près); aux hautes températures par un thermomètre à mercure ou par un couple thermo-électrique Pt-PtRh (à 1° près).

Métaux alcalins. — Voici comment, après de longs essais, nous avons réussi à

introduire, sans altération aucune, les métaux dans le tube capillaire en U. Les métaux Cs, Rb, K, Na, préparés par la méthode de Rengade (action de Ca sur le chlorure), furent redistillés ensuite à la plus basse température possible dans la partie supérieure du tube en U; une pression légère, obtenue après refroidissement en introduisant quelques bulles de CO^2 sec dans l'appareil à distillation, fit pénétrer le métal fondu (Rb, K, Na) dans le vide du tube capillaire : pour le Cs, il fallut employer de l'argon pur pour éviter l'oxydation du métal. Quant au lithium, il fut préparé pur, exempt de K et de Na, par dissociation de son hydrure dans le vide (procédé employé par l'un de nous pour les métaux alcalino-terreux).

Voici les principales données obtenues dans ces expériences, comparées aux nombres de la formule établie par l'un de nous,

$$r_t = (2F + T) \times \text{const.}$$

où F est la température absolue de fusion, T la température absolue du corps :

Cæsium.			Rubidium.			Potassium.		
	Résistance spécifique			Résistance spécifique			Résistance spécifique	
Temp.	trouvée.	calculée.	Temp.	trouvée.	calculée.	Temp.	trouvée.	calculée.
19°,4	21,10	21,13	19°,2	14,08	14,01	50°,1	8,65	8,70
0	**19,30**		0	**12,80**		0	**7,01**	
— 78,3	12,81	12,53	— 78,3	8,25	8,33	— 78,3	4,70	4,57
—187,0	5,25	4,66	—187,0	3,45	3,19	—187,0	1,96	1,76

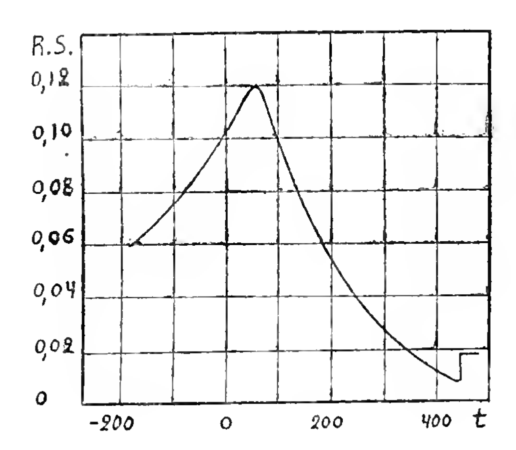
Sodium.			Lithium.		
	Résistance spécifique			Résistance spécifique	
Temp.	trouvée.	calculée.	Temp.	trouvée.	calculée.
50°,0	5,33	5,35	99°,3	12,70	12,63
0	**4,30**		0	**8,55**	
— 78,3	2,86	2,83	— 78,3	5,40	5,70
—187,0	0,8.	1,10	—187,0	1,34	2,27

Malgré la striction des fils qui se produit à basse température et augmente la résistance, on peut remarquer que, pour Na et Li à — 187°, cette donnée est inférieure à la valeur calculée : cela indique une association moléculaire analogue à celles observées par Dewar et Kamerlingh Onnes, à basse température, pour un grand nombre de métaux.

On constata également qu'un peu d'oxyde dissous dans ces métaux change considérablement leur résistance électrique et leur point de fusion;

le métal se ramollit progressivement dans ce cas, tandis qu'il fond brusquement lorsque le métal est pur.

C'est peut-être l'explication du ramollissement d'un certain nombre de métaux au-dessus de leur point de fusion. A basse température, l'influence de O dissous devient négligeable par suite de l'insolubilité de l'oxyde dans ces conditions.



Gallium. — Le métal provenait d'un beau cristal de gallium pur mis gracieusement à notre disposition par M. Jungfleisch que nous sommes heureux de remercier ici. L'intérêt que présente l'étude de la résistance de ce métal provient de ce que Ga se contracte en fondant; aussi l'on constate que la résistance diminue pendant la fusion, comme le veut le principe de la proportionnalité entre la résistance électrique et l'espace libre compris entre les molécules. Voici nos résultats :

Température....	0	17°,4	18°,6	26°,4	29°	30°,3	46°,1	18°,6 (fondu)
Résistance spécifique.........	53,4	56,5	57,0	55,8	fusion	27,2	28,4	28,0

A 18°,6 nous avons la résistance du métal liquide et solide; c'est le seul cas, croyons-nous, de résistance électrique observée pendant la surfusion.

Tellure. — Le tellure pur du commerce fut purifié par sublimation et cristallisation dans le vide. Pour en déterminer la résistance, nous avons dû employer des électrodes de carbone, car à haute température le platine et les autres métaux sont attaqués. On peut voir sur le graphique ci-dessus la variation de la résistance d'un échantillon déterminé pour lequel $R_0 = 0,102$ ohm : elle passe par un maximum aux environs de 50°, diminue ensuite jusqu'à la température de fusion pour augmenter enfin comme celle des métaux qui se dilatent pendant la fusion.

Ces résultats confirment l'opinion d'Exner (1876), pour qui la variation anormale de la résistance électrique du tellure est due à la séparation e- «

la grandeur variable des cristaux formés dans la masse sous diverses influences, et non à une modification métalloïdique, car la résistance électrique des métalloïdes diminue toujours pendant la fusion.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la réduction du chlorure d'uranyle.* Note de M. **Œchsner de Coninck**, présentée par M. D. Gernez.

Le chlorure d'uranyle est facilement réduit, au rouge naissant, par l'hydrogène :

$$UO^2Cl^2 + 2H = UO^2 + 2HCl.$$

Je me suis demandé si cette réaction ne pourrait pas servir pour déterminer le poids atomique du chlore.

J'ai préparé du chlorure d'uranyle, aussi pur que possible, en attaquant, au rouge sombre, l'oxyde uraneux par un courant de chlore. L'oxyde uraneux lui-même avait été préparé en réduisant, au rouge, l'hydrate uranique UO^3, H^2O par l'hydrogène. Ce dernier gaz, devant servir à la réduction du chlorure d'uranyle, a été purifié au moyen du procédé de Schobig (passage à travers deux solutions de permanganate, dont l'une maintenue tiède, une lessive de soude, un laveur à acide sulfurique et une grande éprouvette à ponce sulfurique).

Le chlorure d'uranyle a été conservé dans une atmosphère sèche, renfermant un peu de chlore sec ; il a été pesé dans une nacelle en porcelaine, et introduit dans le tube à réduction, au moment même de l'expérience.

Voici les résultats de dix expériences :

		Poids atomique.
I.	$UO^2Cl^2 = 0^g,512$; $Cl^2 = 0,1054$	35,15
II.	$UO^2Cl^2 = 1,022$; $Cl^2 = 0,212$	35,41
III.	$UO^2Cl^2 = 0,358$; $Cl^2 = 0,074$	35,29
IV.	$UO^2Cl^2 = 0,092$; $Cl^2 = 0,0192$	35,63
V.	$UO^2Cl^2 = 0,277$; $Cl^2 = 0,057$	35,14
VI.	$UO^2Cl^2 = 1,930$; $Cl^2 = 0,4028$	35,64

		Poids atomique.
VII.	$UO^2Cl^2 = 0^g,308$; $Cl^2 = 0,065$	36,03
VIII.	$UO^2Cl^2 = 0,360$; $Cl^2 = 0,074$	35,09
IX.	$UO^2Cl^2 = 1,510$; $Cl^2 = 0,306$	34,60
X.	$UO^2Cl^2 = 1,800$; $Cl^2 = 0,376$	36,66

La moyenne de ces dix expériences est 35,36. Mais on voit que les résultats ne sont pas assez concordants entre eux pour que la réduction du chlorure d'uranyle puisse être employée à déterminer le poids atomique du chlore.

D'ailleurs, en maniant ce composé, on ne tarde pas à reconnaître qu'il a une tendance à se dissocier en chlore et en un sous-chlorure, et surtout qu'il réagit très facilement avec la vapeur d'eau atmosphérique pour former de l'acide chlorhydrique et du trioxyde uranique :

$$UO^2Cl^2 + H^2O = UO^3 + 2HCl.$$

Il y a là une cause d'erreur permanente pour les pesées.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation d'éthers-sels de la série cyclique.* Note (1) de M. A. **Béhal**, présentée par M. Haller.

On admet en général, en Chimie organique, que les éthers-sels sont décomposés par les hydracides pour donner naissance, d'une part, à un dérivé halogéné alcoolique et, d'autre part, à l'acide organique.

J'ai trouvé, au contraire, que les dérivés halogénés de la série cyclique réagissent sur les acides organiques pour donner naissance à un dégagement d'acide chlorhydrique et à un éther-sel du radical cyclique.

Je prendrai, dans cette Note, comme exemple le chlorure de benzyle et l'acide acétique.

Si l'on chauffe un mélange de ces deux corps à l'ébullition, on peut se rendre compte de la décomposition progressive du chlorure de benzyle en recueillant le gaz qui se dégage dans l'eau et en le titrant au moyen d'une

(1) Présentée dans la séance du 14 décembre 1908.

solution de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium, en prenant la précaution de neutraliser préalablement la liqueur par un alcali et de l'aciduler ultérieurement par l'acide acétique.

En chauffant 63g de chlorure de benzyle avec 100g d'acide acétique cristallisable, il se dégage dans la première heure 54 millièmes de molécule d'acide chlorhydrique.

La réaction est progressive et au bout de 30 heures elle atteint environ 400 millièmes de molécule sans être pour cela terminée.

Au point de vue théorique, on peut se demander quelle est la réaction qui se produit.

On peut faire deux hypothèses :

Ou bien l'hydrogène de l'oxhydrile acide s'élimine avec l'atome de chlore de la molécule de chlorure de benzyle et il se fait de l'acétate de benzyle avec départ d'acide chlorhydrique, ou bien le chlorure de benzyle perd une molécule d'acide chlorhydrique en donnant du benzylidène qui fixe la molécule acétique. Je montrerai que c'est la première de ces hypothèses qui est vraie.

J'ai trouvé de plus qu'une grande quantité de sels halogénés des métaux ou des composés de ces métaux décomposables par les hydracides (oxydes, carbonates, sels organiques) sont des activants énergiques; d'autres, au contraire, possèdent une action retardatrice.

Parmi les activants, il est nécessaire de distinguer ceux qui possèdent une action condensante de ceux qui ne la possèdent pas. Au premier plan, on peut mettre les sels de fer qui, à des doses très faibles, jouissent de cette propriété. Avec un mélange contenant 63g de chlorure de benzyle, 500g d'acide acétique et 0g,71 d'acétate de fer, en 1 heure et demie, la quantité d'acide chlorhydrique dégagée est égale à 808 millièmes de molécule et la réaction est sensiblement terminée en 8 heures, mais presque tout le produit est formé par de la résine de benzyle.

Les chlorures de zinc et d'étain sont des activants du même ordre. Le chlorure d'antimoine, le chlorure de bismuth, le chlorure de manganèse, de cuivre, de zinc, de cobalt sont des activants; les chlorures de magnésium, de nickel, de cadmium, de mercure, de chrome, de calcium, de baryum, de strontium sont des agents retardants ou leur action est sensiblement nulle.

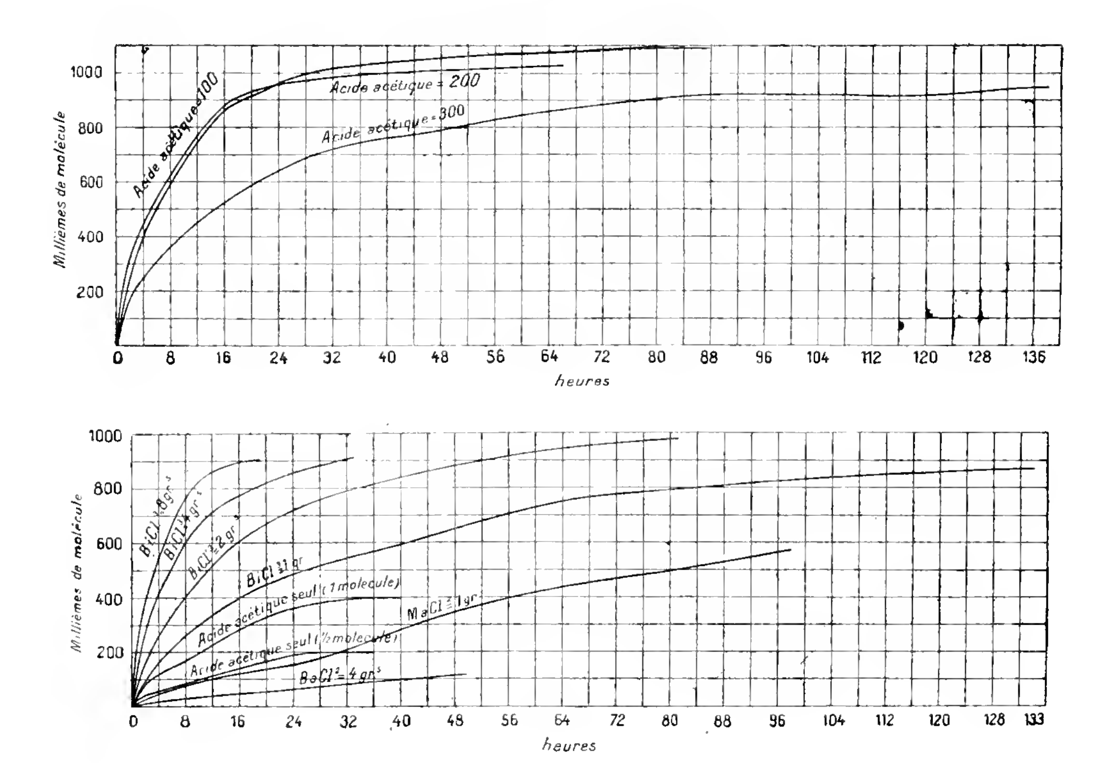
J'ai étudié spécialement l'action du chlorure de bismuth pour voir, d'une part, l'influence de la quantité de ce réactif; d'autre part, l'influence de la quantité d'acide acétique. Pour dégager l'influence de la quantité de chlorure de bismuth, j'ai opéré avec 1mol de chlorure de benzyle, 500g d'acide

acétique et des quantités de sel de bismuth de 1g, 2g, 4g et 8g. Les opérations ont été conduites d'une façon identique.

Avec ces quantités de sel de bismuth, les temps écoulés pour que l'opération soit à peu près terminée ont été respectivement :

Poids.	Durée.
g	h
1	133
2	81
4	33
8	19

Les opérations sont représentées par les courbes suivantes, où l'on porte en abscisses les temps, en ordonnées les quantités.



De même, j'ai étudié l'action retardatrice des chlorures de magnésium et de baryum, et j'ai construit les courbes de ces opérations.

J'ai également fait figurer les courbes des opérations faites avec l'acide acétique seul (100g) et respectivement 1mol et 0mol,5 de chlorure de benzyle.

On peut constater que la courbe de l'opération à 1^{mol} est intermédiaire entre les deux séries de courbes précédentes.

Pour étudier l'influence de la quantité d'acide acétique, j'ai opéré avec 1^{mol} de chlorure de benzyle et 4^g de chlorure de bismuth, les quantités d'acide acétique étant de 100^g, 200^g et 300^g.

J'ai construit les courbes de ces trois opérations, où l'on voit qu'à partir d'une dilution suffisante la réaction est ralentie.

Il est à noter que, parmi les métaux qui se placent près du fer, celui-ci est le plus actif, puis viennent le manganèse et le cobalt, alors que le nickel et le chrome ont une action ou retardatrice ou sensiblement nulle. Je me réserve de poursuivre cette étude.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation et propriétés de la gluco-heptite β.* Note de M. **L.-H. Philippe**, présentée par M. L. Maquenne.

On sait qu'en fixant sur les sucres aldéhydiques un atome de carbone au moyen de l'acide cyanhydrique, on obtient deux nitriles isomériques, facilement transformables en acides. On sépare ceux-ci en profitant de l'inégale solubilité de quelqu'un de leurs sels ou de leurs lactones. En appliquant cette méthode, due à Kiliani, au glucose ordinaire, E. Fischer (¹) a préparé les lactones gluco-heptoniques α et β. Par réduction au moyen de l'amalgame de sodium de la lactone β, ce même savant a obtenu le gluco-heptose β, sucre incristallisable. Nous avons réussi, en poussant plus loin l'hydrogénation, à préparer un alcool heptavalent nouveau : la gluco-heptite β $C^7H^{16}O^7$.

Préparation. — Après avoir extrait du sirop épais représentant les eaux mères de la lactone α, au moyen de son sel de brucine peu soluble, la lactone gluco-heptonique β, nous l'avons réduite à — 2° par l'amalgame de sodium à 2,5 pour 100 en milieu légèrement acide. Lorsque le pouvoir réducteur a atteint son maximum, on élimine le sulfate de soude formé par l'alcool, et l'on obtient, après concentration, un sirop incolore renfermant l'heptose β, mélangé d'heptonate de sodium.

Ce sirop épais, dissous dans l'eau, est à nouveau traité par l'amalgame de sodium. La réduction se fait d'abord en milieu légèrement sulfurique et, pour finir, en milieu faiblement alcalin. L'opération est longue et exige une agitation vigoureuse pour arriver à un liquide ayant perdu toute action sur la liqueur de Fehling. On sépare le sulfate de soude, comme précédemment, et, par concentration à fond de la solution

(¹) *Liebig's Annalen der Chemie,* t. CCLXX, p. 64.

alcoolique, on obtient un sirop qu'on épuise, à l'ébullition, par de l'alcool à 95°. Celui-ci dissout l'heptite et laisse l'heptonate de soude. Une recristallisation dans l'alcool fournit un produit pur, avec un rendement supérieur à 50 pour 100 de la lactone initiale.

Propriétés. — La gluco-heptite β cristallise en petites tablettes rectangulaires, formant avec facilité des amas étoilés de près de 1cm de diamètre; ces cristaux sont durs et nullement hygrométriques. Sa solubilité dans l'eau froide est de 50 pour 100; elle augmente beaucoup avec la température. Par refroidissement, l'excès de matière dissoute cristallise immédiatement. Presque insoluble dans l'alcool froid, sa solubilité est de 2 pour 100 environ dans l'alcool absolu bouillant.

La gluco-heptite β fond au bloc Maquenne à 130°-131° comme son isomère α. Elle en diffère en ce qu'elle est active : très faiblement dextrogyre en solution aqueuse ($[\alpha]_D = +\ 48'$ env.), elle devient lévogyre d'une quantité à peu près égale, en présence de borax.

Sa composition élémentaire répond à la formule $C^7H^{16}O^7$. Sa constitution résulte, d'une part de son mode de formation, d'autre part de l'inactivité optique par symétrie interne de son isomère, la gluco-heptite α. Elle concorde avec l'existence d'éthers hepta substitués et peut se représenter par la formule

$$\begin{array}{ccccccccccccc} & & OH & & OH & & H & & OH & & H & & \\ & & | & & | & & | & & | & & | & & \\ CH^2(OH) & - & C & - & C & - & C & - & C & - & C & - & CH^2(OH). \\ & & | & & | & & | & & | & & | & & \\ & & H & & H & & OH & & H & & OH & & \end{array}$$

Éther heptacétique $C^7H^9(C^2H^3O^2)^7$. — Obtenu en traitant l'heptite par l'anhydride acétique bouillant en présence d'un fragment de $ZnCl^2$, puis en projetant dans l'eau. Le produit, lavé plusieurs fois à l'eau, puis avec une solution étendue de CO^3Na^2, est recueilli au moyen de l'éther.

Séchée dans le vide, cette acétine a l'apparence d'une résine incolore semi-solide, se fluidifiant vers 50°. Inodore à la température ordinaire, elle dégage une odeur piquante, rappelant celle de l'anhydride acétique, quand on la chauffe même très légèrement (50° par exemple) : elle se volatilise alors d'une façon sensible. Très soluble dans l'alcool, l'éther, moins dans le chloroforme, peu dans l'eau. En solution alcoolique à 10 pour 100 ($t = 13°$), son pouvoir rotatoire est $[\alpha]_D = +\ 34°,8$.

Déjà décomposable par l'eau à la température ordinaire, elle l'est très aisément par les alcalis chauds. Le dosage de l'acide acétique formé dans sa saponification est d'accord avec la formule précédente.

Éther heptabenzoïque $C^7H^9(C^7H^5O^2)^7$. — Obtenu en traitant l'heptite en solution concentrée par du chlorure de benzoyle et un excès de lessive de soude à 36° B. Le produit, lavé à l'eau, est recristallisé dans l'alcool bouillant.

Cristallise en aiguilles prismatiques très nettes, fondant à 182°. Peu soluble dans

l'alcool ou l'éther, même bouillants, il se dissout bien dans le chloroforme, l'acétone, la benzine.

Aisément saponifiable par les alcalis en milieu alcoolique. Son analyse, combustion et dosage d'acide benzoïque, répond bien à la formule indiquée.

Acétal tribenzoïque $C^7H^{10}O^7(C^7H^6)^3$. — Obtenu en traitant l'heptite, en présence d'alcool absolu saturé de HCl gazeux, par l'aldéhyde benzoïque. Le produit cristallin, lavé à l'eau puis à l'alcool, est recristallisé dans l'alcool bouillant.

Cristallise en très fines aiguilles soyeuses, fondant vers 230° sans netteté. Sa solubilité est d'environ 1 pour 100 dans l'alcool à 95° bouillant. Cette solution est stable à l'ébullition et ne se décompose qu'en présence d'un acide minéral.

Dans la préparation ci-dessus, il se forme en même temps un autre acétal qui, en solution alcoolique, forme une gelée transparente. Ce produit gélatineux prend naissance également, mais en plus grande quantité, quand on réalise l'acétalisation en présence d'acide sulfurique à 50 pour 100 au lieu de prendre HCl.

Acétal formique. — Obtenu en chauffant en tube scellé l'heptite avec de l'aldéhyde formique et de l'acide chlorhydrique concentré. Cristallise en très fines aiguilles solubles dans l'eau. Sa composition exacte sera donnée ultérieurement.

Actuellement la grande activité optique de l'heptacétine ci-dessus décrite paraît être le meilleur caractère qu'on puisse invoquer pour différencier la gluco-heptite β de son isomère α.

MINÉRALOGIE. — *Sur le facies des cristaux naturels.* Note de M. **Paul Gaubert**, présentée par M. A. Lacroix.

Les conditions pouvant faire varier le facies d'un cristal sont en apparence très nombreuses : vitesse de cristallisation, nature du dissolvant, présence de substances étrangères en dissolution dans l'eau mère, courants de concentration, température, forme du vase, position du cristal dans ce dernier, etc.; mais, d'après les nombreuses observations que j'ai publiées à diverses reprises, la vitesse de cristallisation et l'absorption de matières étrangères dissoutes dans l'eau mère et même l'absorption de cette dernière par le cristal en voie d'accroissement sont de beaucoup les plus importantes.

Les courants de concentration agissent surtout en provoquant l'allongement du cristal suivant certaines directions variant d'un cristal à l'autre, mais ne produisant pas de formes spéciales constantes. Les autres facteurs n'agissent qu'en modifiant les deux premières causes.

Le but de cette Note est d'examiner si l'action de ces deux influences prépondérantes peut être constatée dans les cristaux naturels.

Les cristaux produits rapidement sont toujours très pauvres en faces. J'ai appelé autrefois ces faces, indépendantes du milieu ambiant, *faces fonda-*

mentales (¹); elles peuvent être celles de la forme primitive choisie jusqu'ici ou en différer. Si la cristallisation est lente, ces faces persistent, mais les angles et les arêtes du cristal sont souvent tronqués par des facettes plus ou moins développées.

Dans les corps hémièdres, les formes simples d'un cristal formé rapidement ne montrent ni faces, ni stries, ni accidents indiquant l'hémiédrie, alors que celle-ci est mise en évidence sur les facettes des cristaux à formation lente et par les figures d'accroissement.

Les faces dominantes produites par l'absorption de matières étrangères sont habituellement simples et, si la substance est hémièdre, contrairement au cas qui vient d'être considéré, l'hémiédrie est toujours apparente (stries, coloration inégale des secteurs, etc.). Le fait que les diverses matières étrangères ne sont pas absorbées par les mêmes faces montre que le réseau n'intervient pas directement pour la pénétration des molécules dans le cristal et que c'est la particule cristalline qui exerce une action attractive sur ces molécules étrangères. La grandeur relative et la direction de ces forces d'attraction, indiquées par la coloration inégale des secteurs, mettent en évidence la vraie symétrie de la particule.

Quand il s'agit d'expliquer les facies si variés des cristaux d'une même espèce minérale, il faut d'abord chercher les formes fondamentales en discutant les particularités présentées par les cristaux de tous les gisements connus. Très souvent les cristaux d'un même minéral s'observent sous plusieurs formes simples se trouvant à l'état isolé. Ainsi les cristaux de pyrite, de galène, de fluorine, de cuprite, etc., sont connus en cubes et en octaèdres parfaits, parfois même les deux facies se trouvent dans le même gisement. Il n'y a pas de raison pour ne pas admettre que les faits établis sur les cristaux artificiels de chlorure de sodium, des nitrates de baryte et de plomb, d'acide phtalique hydraté, etc., ne s'appliquent pas aux minéraux : par conséquent, il ne doit exister qu'une forme fondamentale, les autres formes simples ne pouvant se produire que grâce à la syncristallisation avec des matières étrangères.

Il semble donc, à première vue, que la détermination de l'origine de ces facies soit facile, qu'il suffira d'établir l'existence ou l'absence de substances étrangères. Mais la question est très complexe, ces dernières pouvant exister à l'état d'inclusions et aussi en quantité extrêmement faible ($\frac{1}{7000}$ de bleu de méthylène modifie les formes dominantes du nitrate de plomb). Si les inclu-

(¹) *Bull. de la Soc. franç. de Minéralogie*, t. XXV, 1902, p. 249.

sions fournissent parfois d'excellentes indications sur les conditions dans lesquelles le minéral a pu se former, elles augmentent la difficulté de la recherche. Je me suis appuyé autant que cela a été possible sur la reproduction, dans des conditions bien déterminées, des corps étudiés et, dans d'autres cas, j'ai expérimenté sur des cristaux artificiels possédant les mêmes formes que le minéral considéré. Voici deux exemples se rapportant à ces deux cas :

1. Les cristaux de gypse produits par cristallisation dans une eau mère pure sont toujours allongés suivant l'axe vertical et limités par les faces $g^1(010)$, très développée, $m(110)$ et $a^1(\bar{1}01)$ (O. Maschke et H. Vater). L'addition à l'eau mère de bleu de méthylène donne des cristaux très allongés suivant l'axe antéro-postérieur et très courts suivant l'axe vertical. Si la quantité de bleu de méthylène absorbée est assez grande, les cristaux sont en outre allongés suivant l'axe b, de telle sorte que leur facies rappelle celui de beaucoup de cristaux naturels. On peut donc admettre par analogie que la forme de ces derniers est due à l'absorption de matières étrangères.

2. La pyrite et le nitrate de plomb montrent des formes identiques : l'octaèdre et le cube isolés. Or le nitrate de plomb cristallisant rapidement dans une eau mère pure donne des octaèdres parfaits, alors qu'en syncristallisant avec le bleu de méthylène ou le bleu de méthyle il est en cubes, dont les faces présentent des stries analogues à celle de la pyrite triglyphe et aussi, quand la quantité de bleu de méthylène est faible, les formes $\frac{1}{2}b^2$. Donc, par analogie, on peut admettre que c'est à la syncristallisation avec une matière étrangère qu'est due la forme en cubes de la pyrite. La considération d'autres faits permet même d'aller plus loin. De ce que les divers échantillons de pyrite n'ont pas la même densité, la même couleur (les cubes sont généralement plus pâles que les octaèdres), n'offrent pas la même résistance à la décomposition; que, d'après les recherches de A. Julien (1), ils contiennent de la marcasite, dont la présence explique ces inégalités dans les diverses propriétés, on peut supposer que, du moins dans quelques cas, c'est à la syncristallisation des deux formes du sulfure de fer qu'est due la forme cubique et aussi celle du dodécaèdre pentagonal de la pyrite.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les débuts du développement de la plante vivace comparés à ceux de la plante annuelle.* Note (2) de M. G. **André**, présentée par M. Armand Gautier.

L'évolution d'une plante vivace, dans la première année de sa végétation, présente quelques particularités remarquables, tant au point de vue du rapport existant entre le poids de ses divers organes comparés à ceux d'une

(1) *Ann. New-York Akad.*, 1887.

(2) Présentée dans la séance du 21 décembre 1908.

plante annuelle, qu'au point de vue de la distribution des matières salines contenues dans ces organes.

J'ai pris comme type de plantes vivaces le *Noyer*, à racine pivotante, et le *Marronnier d'Inde* dont la racine est fasciculée.

I. Chez la plante annuelle, le poids de la matière sèche de la racine dans le jeune âge est relativement élevé; il représente souvent le dixième de celui de la plante totale. Ce poids diminue dans la suite : à la fin de la végétation, le poids sec de cette racine ne représente plus que 5 et même 3 pour 100 du poids de la plante totale sèche. La prédominance du poids de la racine dans les premiers mois du développement de la plante vivace est incomparablement plus accusé que chez la plante annuelle : ainsi, le poids de la racine étant égal à l'unité, les organes aériens (tiges et feuilles) présentent les poids suivants (le semis ayant été fait au mois de février) :

	31 juillet 1906.	15 sept.	6 oct.	10 juillet 1907.	17 oct.
Noyer................	1,34	0,68	0,63	1,40	0,91

	30 mai 1905.	4 juillet	11 août.	25 sept.
Marronnier...........	2,09	1,76	1,28	0,87

La distribution de la matière minérale est d'ailleurs très différente chez les deux végétaux précédents et chez les plantes annuelles : alors que chez celles-ci le rapport entre le poids des cendres de la racine et celui des organes aériens est, au début de la végétation et avant floraison, compris entre $\frac{1}{7}$ et $\frac{1}{15}$ en général, on a dans le cas du Noyer et du Marronnier, aux époques précédemment indiquées, les rapports suivants :

Noyer....................	$\frac{1}{3,06}$	$\frac{1}{1,98}$	$\frac{1}{2,09}$	$\frac{1}{2,83}$	$\frac{1}{2,17}$
Marronnier..............	$\frac{1}{2,07}$	$\frac{1}{2,76}$	$\frac{1}{2,45}$	$\frac{1}{1,96}$	

II. En ce qui regarde l'acide phosphorique en particulier, on trouve toujours dans la racine des poids élevés de cette substance à tous les moments de la végétation. Dans 100 parties de cendres, aux époques précédemment définies, on a :

Noyer..............	PO^4H^3	17,67	14,90	20,58	20,71	15,50
Marronnier.........	PO^4H^2	16,72	23,68	28,25	25,63	

Cette teneur élevée est comparable à la teneur en acide phosphorique de la graine elle-même qui, chez le Marronnier, atteint 28,63 pour 100 du poids des cendres.

Il s'agit donc ici d'une sorte de réserve qui se manifeste également du côté des tiges, mais à un moindre degré chez le Noyer que chez le Marronnier.

				Tiges anciennes.	Tiges nouvelles.	
Tiges de Noyer, PO^4H^3 dans 100 parties de cendres............	11,61	8,48	10,90	8,19	9,12	4,76
Tiges de Marronnier, PO^4H^3 dans 100 parties de cendres........	29,18	22,37	24,30	26,08		

L'acide phosphorique, pris aux cotylédons d'abord, au sol ensuite, s'emmagasine donc en quantités considérables dans la racine et dans la tige dès la première année de la végétation.

Les accroissements successifs de l'acide phosphorique, dans la racine et la tige d'une plante desséchée à 110°, sont les suivants :

Noyer.

Poids absolu de PO^4H^3	0g,0276	0g,0717	0g,1415	0g,2828	0g,7774
Pour 100 de PO^4H^3 de la plante totale.	54,0	64,1	73,9	62,4	76,0

Marronnier.

Poids absolu de PO^4H^3............	0g,0404	0g,1189	0g,2205	0g,2216
Pour 100 de PO^4H^3 de la plante totale.	66,0	69,0	74,9	71,9

Si l'acide phosphorique continue à monter du sol dans la racine, puis dans la tige, jusqu'à la fin de la période active de la végétation, une partie de celui que les feuilles ont emmagasiné émigre, dans la tige, avant leur chute. Cette migration a toujours lieu en fin de végétation chez la plante annuelle.

Cet emmagasinement des substances salines est une conséquence de la prépondérance du poids de la racine et de la tige aux débuts de l'existence de ces plantes vivaces; j'y reviendrai bientôt.

III. Une plante vivace se comporte donc, dans la première et la deuxième année de sa végétation, comme une plante annuelle qui n'a pas atteint le début de sa floraison. Mais le poids absolu de la racine de la plante vivace est beaucoup plus considérable. Les réserves minérales sont très notables, surtout pour la racine; cela tient à la non-utilisation actuelle de ces réserves, l'acide phosphorique étant, parmi les éléments minéraux, celui qui émigre le plus abondamment dans les périodes ultérieures de la végétation.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la présence de l'urée chez quelques Champignons supérieurs.* Note de MM. **A. Goris** et **M. Mascré**, présentée par M. Guignard.

C'est au cours de recherches entreprises sur la chimie des Champignons supérieurs que l'un de nous, il y a 2 ans, découvrit l'urée chez le *Tricholoma Georgii* Fr. Songeant d'abord à l'intervention de causes accidentelles, en particulier à des déjections animales possibles, il remit à l'année suivante la poursuite de recherches plus précises. L'échantillon étudié présentait déjà, pourtant, à ce point de vue, de sérieuses garanties.

Nous avons repris ces recherches au printemps dernier. Les *Tricholoma Georgii* Fr. traités avaient été recueillis avec le plus grand soin par M. Arnould, de Ham. Nous avons obtenu le même résultat positif.

La méthode employée est la suivante. Les Champignons, récoltés avec soin, sont desséchés à l'air aussi rapidement que possible. La dessiccation complète demande, en moyenne, 2 à 3 jours. Le Champignon sec est pulvérisé et épuisé à l'acétone. La liqueur acétonique est évaporée et l'extrait repris par une petite quantité d'eau. La liqueur aqueuse, additionnée d'acide oxalique en solution saturée, donne un précipité cristallin. Le précipité est dissous à chaud dans la plus petite quantité d'eau possible. On ajoute de l'eau de baryte jusqu'à réaction nettement alcaline, et l'on filtre. On précipite l'excès de baryte par CO^2 et, après une nouvelle filtration, on abandonne la liqueur dans le vide sulfurique. On obtient ainsi des cristaux légèrement colorés, dont le point de fusion (129°) est très voisin de celui de l'urée. Pour les purifier, on les dissout dans l'alcool à 95°, on décolore au noir animal, et l'on fait cristalliser. Les cristaux obtenus sont parfaitement blancs, fondent à 132° et nous ont donné, sans exception, toutes les réactions de l'urée.

Nous avons traité ainsi un certain nombre d'espèces. Les espèces suivantes nous ont donné un résultat négatif : *Tricholoma pessundatum* Fr., *Tricholoma album* Sch., *Lepiota procera* Scop., *Lactarius piperatus* Scop., *Collybia maculata* Alb. et Sch., *Coprinus comatus* Fl. dan., *Psalliota xanthoderma* [1].

Par contre, nous avons obtenu avec le *Psalliota campestris* L. des résultats très nets. Nous avons traité séparément des Champignons jeunes et des individus mûrs. Le rendement en urée a été, pour les Champignons jeunes, 2,75 pour 100; pour les Champignons mûrs, 4,30 pour 100 du poids de la

---

[1] Il faut remarquer que les échantillons de quelques-unes de ces espèces ont été traités en petite quantité et que nous ne pouvons nous prononcer de façon définitive à leur sujet.

poudre sèche. L'urée a été dosée dans le précipité d'oxalate purifié par évaluation de l'azote total. Les Champignons avaient été récoltés avec toutes les garanties possibles.

Nous avons enfin étudié des Champignons cultivés dans les carrières des environs de Paris. Les recherches ont porté sur des individus jeunes et vieux séparément; de plus, nous avions pris soin, pour éviter l'influence de ferments autolytiques, de stériliser une partie de chacun des deux lots. Nous n'avons obtenu d'urée, ni chez les Champignons stérilisés, ni chez les Champignons séchés à l'air. Nous pensons que ce résultat n'infirme en rien les résultats précédents; il y a là, très probablement, une différence chimique importante entre deux races morphologiquement très voisines. De tels faits se sont déjà présentés dans le même groupe de végétaux à propos d'autres principes.

Bamberger et Landsiehl (¹) ont également rencontré l'urée chez *Lycoperdon Bovista* L. et *Lycoperdon gemmatum* H. dan. Eux aussi avaient pensé que les Champignons pouvaient être souillés par des excrétions animales et, après l'analyse des terres nourricières, ont conclu comme nous.

Sans aller jusqu'à affirmer l'existence normale de l'urée chez certains Champignons, on doit du moins admettre que, dans certains cas, on peut l'isoler de ces végétaux. Ce produit résulte-t-il, dans l'individu vivant, du jeu normal des phénomènes de nutrition, ou bien se forme-t-il pendant la dessiccation? De nouvelles expériences nous fixeront sur ce point. Quoi qu'il en soit, le fait est intéressant dans l'une comme dans l'autre hypothèse. Il permet, dans les deux cas, de supposer qu'il existe, chez quelques Champignons, une substance azotée capable de donner de l'urée parmi ses produits de décomposition.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur une nouvelle peroxydase artificielle.* Note de M. E. de Stœcklin, présentée par M. E. Roux.

M. J. Wolff (²) signalait récemment les fonctions peroxydasiques que présente le ferrocyanure de fer et montrait que ce colloïde, qu'il a justement appelé *une peroxydase artificielle*, se comporte en tous points comme le font certaines peroxydases naturelles. Peu après nous avons mis en évidence,

(¹) *Mon. f. Chem.*, t. XXIV, 1903, p. 218.

(²) J. Wolff, *Comptes rendus*, 6 avril et 9 juin 1908.

M. Wolff et moi (¹), une action analogue chez le sulfocyanate de fer, qui se montre capable de produire des oxydations qu'on n'obtient pas avec le ferrocyanure de fer; de sorte qu'avec ces deux colloïdes d'action spécifique différente, on arrive à réaliser toutes les oxydations provoquées par les peroxydases naturelles.

J'ai trouvé dans le tannate de fer une nouvelle peroxydase artificielle douée de la propriété de porter l'oxygène du bioxyde d'hydrogène sur une série de corps résistant pour la plupart à l'action de toutes les peroxydases connues jusqu'ici. Les faits signalés ci-après permettent peut-être d'expliquer les phénomènes récemment mis en lumière par M. Trillat (²) et par M. Laborde (³), phénomènes dans lesquels le tanin doit jouer le rôle actif.

Le tannate de fer dont je me suis servi est le produit bleu noir bien connu qu'on obtient en faisant réagir un sel ferrique sur du tanin. Je l'ai préparé en dissolvant dans l'eau poids égaux de tanin à l'éther et de sulfate ferrique (5 pour 100 de chacun des deux corps).

Le tannate de fer forme avec le peroxyde d'hydrogène un système peroxydase-hydroperoxyde au moyen duquel je suis parvenu à transformer l'alcool ordinaire en aldéhyde éthylique et à oxyder un grand nombre de phénols, de dérivés phénoliques et d'amines, entre autres le phénol, les trois crésols, le thymol, l'anisol, le carvacrol, le gaïacol, les trois diphénols, le pyrogallol, l'eugénol, l'isoeugénol, la diméthylaniline, etc.

Contrairement à ce qui se passe pour les autres peroxydases, le tannate de fer attaque plus facilement les monophénols et, d'une façon générale, les corps possédant un seul groupe OH libre. C'est ainsi que bien qu'oxydant l'hydroquinone et le pyrogallol, le tannate de fer ne produit pas de précipités aux dépens de ces deux corps, mais agit sur eux de façon identique à celle d'un mélange de sel ferrique et d'eau oxygénée, c'est-à-dire brutalement en brunissant instantanément le liquide; par contre le gaïacol, dont un des deux groupes OH est protégé par un radical alcoolique, est largement oxydé, ce qui se manifeste par la formation d'un abondant précipité brun roux.

Malheureusement les produits d'oxydation de ces corps, dont quelques-uns semblent cristalliser au début de la réaction, ne tardent pas le plus souvent à se résinifier, ce qui a rendu jusqu'ici leur identification impossible

---

(¹) J. Wolff et E. de Stœcklin, *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 1415.

(²) Trillat, *Annales de l'Institut Pasteur*, octobre 1908.

(³) Laborde, *Comptes rendus*, novembre 1908.

et n'a pas permis de différencier nettement l'action de la nouvelle peroxydase de celle du système sulfate ferrique-eau oxygénée, qui s'attaque aux mêmes phénols en donnant des produits d'oxydation dont quelques-uns semblent identiques à ceux formés par l'action du tannate.

Toutefois, l'idée d'une identité n'est pas d'accord avec les différences qu'on observe dans le mode d'action des deux systèmes. En effet, le tannate de fer lié au peroxyde est loin de présenter, dans tous les cas, l'action brutale du système : sel ferrique-eau oxygénée, et la disproportion entre la matière active et son effet le rapproche nettement des enzymes.

J'ai obtenu, par exemple, en oxydant de l'alcool éthylique par son intermédiaire, une quantité d'aldéhyde 64 fois supérieure à celle du fer mis en œuvre, et cela sans avoir épuisé l'action de l'enzyme.

De plus, le tannate de fer et le peroxyde attaquent nombre de substances que ne parviennent pas à oxyder les sels ferriques et l'eau oxygénée, et, parmi elles, je citerai la tyrosine, dont l'oxydation par ce mécanisme est particulièrement importante.

Il est, en effet, intéressant de montrer que la tyrosine peut être oxydée par un système peroxydase-peroxyde, exactement comme le sont l'hydroquinone et le pyrogallol par un système analogue, car jusqu'ici les peroxydases ne se sont montrées actives que vis-à-vis des corps qu'oxydent également les oxydases du type laccase, tandis qu'elles restaient inactives vis-à-vis de la tyrosine attaquée par la seule oxydase du type tyrosinase.

Le précipité noirâtre obtenu en oxydant la tyrosine par le tannate de fer est-il identique à celui qu'on obtient par la tyrosinase? C'est un point qui reste à élucider; je me borne à signaler que la coloration rose, qui représente le premier stade de l'oxydation par la tyrosinase, fait défaut, mais, comme l'a montré M. Gessard (1), cette coloration est masquée par les sels de fer.

La possibilité d'oxyder la tyrosine par un système peroxydase-hydroperoxyde constitue un nouvel argument en faveur de la théorie de Chodat et Bach (2), d'après laquelle les phénomènes d'oxydation lente seraient attribuables à la présence d'un tel système, et vient en même temps à l'appui des idées émises par Chodat (3) au sujet de la nature de la tyrosinase.

---

(1) Gessard, *An. de l'Inst. Pasteur*, 1901, p. 601.

(2) Chodat et Bach, *Ber.*, t. XXXVI, p. 607.

(3) R. Chodat, *Journal suisse de Chimie et Pharmacie*, 1905, p. 46 et 48.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le pigment vert de la bile.* Note de M. **Piettre**, présentée par M. Roux.

On admet, avec tous les auteurs classiques, qu'il existe une étroite relation entre la bilirubine pigment de la bile et l'hémoglobine pigment du sang. Nous apportons à l'appui de cette théorie un fait tiré de l'observation pathologique; il s'agit d'un cas d'ictère grave chez une femme ayant une fistule de la vésicule biliaire. La bile de cette malade nous fut très obligeamment envoyée jour par jour, au laboratoire de M. Etard, par M. F. Widal. Les recherches chimiques et spectroscopiques ont prouvé que dans la grande majorité des échantillons successifs le seul pigment était de la bilirubine partie en solution, partie en dépôt lamelleux. Il y avait transformation directe, rapide et totale en bilirubine de l'hémoglobine libérée par suite d'une destruction globulaire intense.

On sait aussi combien les dérivés colorés biliaires ont entre eux une étroite parenté chimique. Les transformations de la bilirubine par oxydation, réduction ou hydratation ont été étudiées notamment par Mac-Munn, Maly, Dastre, etc.

I. La bilirubine est donc bien la seule matière fondamentale des pigments biliaires. C'est elle qu'on trouve dans la bile de presque toutes les espèces animales et qui cristallise facilement.

Nous en avons préparé 50^g en partant de calculs biliaires de Bovidés. La cristallisation dans le chloroforme ou dans le chlorure de benzyle donne de petits cristaux; le mélange de $\frac{1}{3}$ de tétrachlorure de carbone bien purifié et de $\frac{2}{3}$ de chloroforme permet d'isoler des cristaux mesurables.

C'est cette matière cristallisée, homogène, que nous utiliserons comme base fondamentale pour examiner les relations qui peuvent exister entre la bilirubine et l'un des pigments les plus étudiés, la biliverdine, jusque-là amorphe.

II. D'après la conception classique, la biliverdine est un produit d'oxydation de la bilirubine suivant l'équation

$$C^{32}H^{36}N^4O^6 + O^2 = C^{32}H^{36}N^4O^8.$$

Les différentes méthodes de préparation sont basées sur l'oxydation, soit par l'oxygène de l'air avec ou sans pression, soit par le bioxyde de plomb (Maly) ou par le bioxyde de sodium (Doyon), etc.

Il nous a paru que cette modification de la bilirubine caractérisée par le verdissement est un phénomène plus complexe, comme les expériences suivantes nous ont permis de le penser.

1° Dans le traitement des calculs biliaires par l'acide chlorhydrique, il passe, après épuisement à l'éther, une partie soluble dans l'alcool méthylique, vert émeraude, dont le spectre est caractérisé par la bande $\lambda = 638$.

La substance verte est chlorée: Cl = 1,43-1,51 pour 100.

2° La même matière verte, reprise, de concert avec M. Vila, par une solution anhydre d'acétone ou d'alcool ammoniacal, perd à chaud sa coloration, devient rouge orangé et abandonne rapidement dans une atmosphère sèche de fines aiguilles qui, reprises par notre solvant, redonnent des tables orangées classiques.

3° L'essai des oxydants sur le bilirubinate alcalin donne des résultats peu satisfaisants; le bioxyde de sodium, le peroxyde de zinc, l'eau oxygénée exempte de chlorure et d'acide chlorhydrique ne provoquent pas de verdissement; à chaud, il y a rapidement décoloration totale.

La formation de substance verte aux dépens de la bilirubine n'est donc pas essentiellement fonction de la présence d'oxygène; elle a lieu dans des conditions expérimentales très variées.

III. En liqueur alcoolique, l'action des oxydants sur les sels alcalins de bilirubine est la même qu'en milieu aqueux.

Les acides halogénés provoquent, en solution alcoolique, une simple précipitation du pigment jaune. Si, avant l'action de ces acides, on ajoute une petite quantité d'eau oxygénée, ce qui équivaut à l'addition directe d'halogène, on obtient immédiatement à chaud un verdissement intense suivi d'une décoloration quand il y a excès. Les alcalis ramènent au jaune orangé la liqueur ainsi devenue verte. Ces changements de coloration rappellent assez nettement les réactions phénoliques des phénolphtaléines et des leucodérivés de la Chimie organique.

En solution chloroformique le brome agit de même (Maly); mais en présence d'un excès de réactif la coloration verte passe au bleu puis disparaît, ce qui rend incertaine toute méthode basée sur des réactions de cet ordre.

Le brome produit une coloration vert bleu intense avec la bilirubine en solution dans le chlorure de benzyle. Cette réaction est d'une sensibilité extrême et peut servir à déceler des traces du pigment biliaire.

Dans certaines conditions les acides halogénés eux-mêmes peuvent réagir; en milieu acétique glacial la bilirubine se dissout très faiblement avec une coloration à peine sensible: l'addition de traces d'un chlorure, bromure, iodure alcalin provoque à chaud l'apparition d'une coloration verte ou bleuâtre. Par coefficient de partage, il se fait

une libération d'acide chlorhydrique, bromhydrique ou iodhydrique comme dans la préparation de l'acéthémine de Newsky et Sieber.

Dans cet ordre d'idées, nous avons essayé quelques réactifs organiques chlorés ou bromés; acide trichloracétique, chloral, bromal.

La bilirubine se dissout en vert dans l'acide trichloracétique.

Le bromal anhydre donne une coloration vert bleu.

Si dans le chloral anhydre qui vient d'être distillé, on projette des traces de bilirubine, on obtient une liqueur émeraude. M. Fouard a bien voulu étudier la conductibilité de cette solution. Le chloral anhydre pur ne possède aucune conductibilité : au contraire aussitôt après addition de pigment apparaît une conductibilité qui croît en même temps que la teinte verte. Dans une expérience faite à $t = 30°,2$ elle a augmenté de 97×10^{-9} à 114×10^{-9} unité pratique.

La transformation des sels alcalins jaune orangé de bilirubine en sels verts par exposition à l'air est très délicate et dépend en particulier du temps d'exposition et du solvant employé.

Très peu accusée en milieu alcoolique, elle est assez faible dans l'eau; les solutions ammoniacales restent orangées.

Dans les solutions qu'on vient de faire, les acides minéraux précipitent la bilirubine avec sa coloration normale; au contraire, ils libèrent une substance floconneuse extrêmement foncée, verdâtre ou bleuâtre, dans les liqueurs anciennes.

A l'abri de l'oxygène de l'air, on observe des résultats différents. Dans l'eau complètement privée de gaz, les bilirubinates alcalins ne verdissent pas et l'acide chlorhydrique précipite le pigment sans modification de teinte.

Enfin certains composés organiques phénoliques ou quinoniques verdissent plus ou moins rapidement les solutions alcalines de bilirubine.

La pyrocatéchine, l'hydroquinone agissent lentement.

Le chloranile et surtout la benzoquinone provoquent presque instantanément la modification de couleur.

La réaction de la benzoquinone s'obtient aussi intense dans de l'eau sans gaz.

C'est un des meilleurs moyens d'obtenir rapidement du pigment vert.

IV. La bilirubine cristallise non seulement dans le chloroforme, la diméthylaniline (Orndorff et Teeple), mais aussi dans le chlorure de benzyle, où elle donne des prismes allongés souvent groupés en faisceaux, et mieux dans le mélange tétrachlorure de carbone-chloroforme.

Les relations avec le pigment vert jusque-là ramenées à une seule modification chimique, l'oxydation, semblent devoir être élargies.

Les résultats obtenus avec les oxydants seuls : eau oxygénée pure, bioxyde de sodium, montrent que l'oxygène seul est inactif, et, dans les conditions où sa présence est nécessaire (exposition à l'air du bilirubinate alcalin), on n'observe qu'un faible verdissement en liqueur alcaline, tandis qu'il devient intense au moment même de l'addition d'acides minéraux.

La transformation en pigment vert sous l'influence des halogènes, des acides halogénés en milieu acétique glacial, de l'acide trichloracétique, du chloral, du bromal, etc, permet de conclure que la bilirubine est un noyau moléculaire complexe qui traduit par un même phénomène physique (un changement de coloration) l'action de réactifs variés.

PHYSIOLOGIE. — *Rôle physiologique des glandes arborescentes annexées à l'appareil générateur femelle des Blattes* (Periplaneta orientalis *L.*). Note de M. L. **Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

A l'appareil générateur femelle des Blattes (*Periplaneta orientalis* L.) sont annexées deux glandes arborescentes, de volume très inégal, à structure histologique et à fonctions physiologiques différentes. L'ensemble de l'organe forme un buisson rameux, très volumineux chez l'adulte et occupant la presque totalité de la cavité abdominale postérieure. L'appareil est constitué par une multitude de canaux cylindriques, ramifiés dichotomiquement et terminés en pointe mousse. La plus volumineuse des deux glandes (*la gauche*) sécrète des cristaux de carbonate de chaux, très abondants surtout à l'époque de la ponte et servant à l'édification de l'*oothèque* ou coque ovigère de la Blatte.

Chez les jeunes nymphes, l'organe en question est constitué par un petit nombre de tubes, peu ramifiés et de teinte hyaline, formant ainsi une sorte d'arbuscule à branches peu nombreuses. Puis, au fur et à mesure que la Blatte, après plusieurs mues successives, se rapproche de l'état adulte, on voit le nombre des ramuscules augmenter progressivement et la glande prendre un volume de plus en plus considérable. A partir de la quatrième ou de la cinquième mue, on constate l'apparition de cristaux dans l'intérieur des tubes sécréteurs. Il apparaît tout d'abord dans la lumière des canaux une masse de sécrétion de teinte jaune-paille, d'apparence grenue, au milieu de laquelle se montrent, çà et là, de petites productions cristallines, de forme octaédrique. Le mode

de formation de ces cristaux *in situ* est la meilleure preuve que l'épithélium pariétal des canaux de la glande ne joue aucun rôle dans leur élaboration.

Ces cristaux, signalés sucessivement par G. Duchamp (1878) et par P. Hallez (1885), augmentent en nombre au fur et à mesure que la Blatte avance en âge et deviennent extrêmement abondants pendant la période des pontes. A ce moment, tous les tubes glandulaires sont remplis d'éléments cristallins de toutes dimensions, noyés dans un magma mucilagineux dont l'ensemble donne à la glande une teinte *d'un blanc laiteux*, très caractéristique. Parfois même, le contenu se concrète par places et il résulte que ces massifs, espacés de distance en distance, affectent l'apparence de petits blocs porphyriformes. Les productions cristallines diminuent peu à peu et finissent par disparaître, en grande partie, au moment de l'achèvement de la coque ovigère et surtout après la ponte.

Quelle est la composition chimique de ces massifs cristallins. A quelles fonctions président-ils chez l'insecte ? Sont-ce des substances d'excrétion, ou bien servent-ils à l'édification de l'oothèque de la femelle ? Telles sont les questions que nous avons examinées et essayé de résoudre dans la présente Communication.

Au point de vue physiologique, la glande arborescente *gauche* sécrète des cristaux octaédriques de carbonate de chaux. La cavité interne ou lumière de ses innombrables ramuscules est remplie d'une masse plus ou moins compacte, grenue ou hyaline, englobant d'innombrables cristaux dont les facettes mesurent de 4^{μ} à 20^{μ} de côté. La teinte blanchâtre et lactescente que présente l'ensemble de l'organe est due à la présence de ces productions cristallines.

D'autre part, du fait que ces cristaux ne commencent à apparaître qu'au moment des dernières mues et ne se montrent, avec une extrême abondance, que chez les femelles adultes, à l'époque des pontes et au moment de la formation des oothèques, nous pouvons en inférer qu'ils servent à la formation des parois de ces dernières. En effet, un examen microscopique des parois des coques ovigères nous les montre constituées, en majeure partie, par les cristaux élaborés par les glandes arborescentes. Ces parois, vues en coupe ou après dissociation, se montrent constituées par un assemblage de cristaux octaédriques, transparents, disposés en plusieurs assises et réunis entre eux par une substance mucilagineuse, blanchâtre du côté interne de la paroi de la coque, dure, compacte et de nature chitineuse du côté externe.

Ces cristaux octaédriques des glandes arborescentes sont formés de *carbonate de chaux*, ainsi que le prouvent les analyses suivantes :

1° Après dessiccation, la substance des tubes glandulaires, traitée par l'acide chlorhydrique dilué, donne un abondant dégagement d'*acide carbonique*.

2° Pour la détermination de la chaux, on soumet à la calcination divers faisceaux des canaux de la glande. La matière organique est détruite, et il ne reste plus que la substance minérale. Le résidu, repris par quelques gouttes d'acide azotique, se dissout entièrement, et la solution ainsi obtenue, traitée par l'oxalate d'ammoniaque en solution acétique, donne un abondant précipité d'*oxalate de chaux* [1].

GÉOLOGIE. — *Définition stratigraphique de l'étage sicilien.* Note de M. **Maurice Gignoux.**

L'étage sicilien était, jusqu'à présent, caractérisé seulement au point de vue paléontologique par l'apparition d'espèces septentrionales dites *Immigrés du Nord*. Je me bornerai, pour le moment, à rechercher si cet étage peut, indépendamment de sa faune, être caractérisé au point de vue stratigraphique.

Le type du Sicilien ayant été pris à Palerme, c'est là que je suis allé l'étudier d'abord. Le bassin de Palerme (Conca d'Oro), entouré de hautes montagnes calcaires, est presque entièrement rempli par les formations marines horizontales du Sicilien, partout fossilifères. Mais les deux seuls gisements bien connus sont :

1° Le gisement de Ficarazzi, situé à 8^{km} à l'est de Palerme, au bord et au niveau de la mer. On a là des argiles bleues exploitées, avec, près de leur sommet, un banc plus sableux, épais de $0^{m},50$ environ, où se trouve localisée la faune sicilienne typique : nous nous contenterons de remarquer que cette faune contient les associations spécifiques rencontrées dans la Méditerranée actuelle, par des fonds de même facies, à une profondeur de 80^{m}-100^{m} (vases à *Isocardia cor*, *Capulus hungaricus*, etc., Marion). Nous sommes ainsi conduits à admettre que la couche fossilifère de Ficarazzi s'est déposée sous une profondeur d'eau de 80^{m}-100^{m}.

2° Le gisement dit, assez improprement, Monte Pellegrino, constitué par d'immenses carrières ouvertes au pied de cette montagne, dans une roche calcaire zoogène (tufo), tendre à l'exploitation, durcissant à l'air. La faune diffère de celle de Ficarazzi par l'absence des formes propres aux fonds vaseux, et l'abondance des espèces propres aux

---

[1] La détermination de la nature chimique de ces cristaux nous a été très obligeamment faite par M. Artus, chef des travaux chimiques à la Faculté des Sciences de Rennes.

facies zoogènes d'eau assez profonde, montrant, ici encore, que le niveau de la mer sicilienne devait dépasser de 80^m-100^m celui de la mer actuelle.

Ces deux gisements représentent (et tous les géologues italiens sont d'accord sur ce point) deux facies contemporains d'une même formation. Pour le reste du bassin, j'ai observé que :

1° Le facies vaseux est localisé près du rivage actuel, c'est-à-dire loin des bords du bassin; 2° le facies zoogène est particulièrement typique autour du Monte Pellegrino et de la montagne d'Aspra, anciens îlots calcaires dans la mer sicilienne; 3° des facies sableux se développent vers les bords de la Conca d'Oro (à Mortellaro, sables jaunes avec bancs de grandes huîtres à 50^m-60^m d'altitude).

D'ailleurs, en aucun point du bassin l'altitude des dépôts siciliens ne dépasse 80^m-90^m, et sur ses bords on retrouve, vers 80^m-100^m, les traces d'une ligne de rivage. Par exemple, au Capo di S. Rosalia, la falaise de calcaire secondaire est creusée d'une grotte à large ouverture horizontale, due évidemment au choc des vagues; devant son entrée, à 85^m, de petits paliers sont encore encroûtés çà et là par les formations marines du Sicilien avec une faune tout à fait littorale (Balanes, Huîtres, Patelles). Des grottes analogues s'observent aussi sur les flancs nord du Monte Pellegrino : « A l'entrée de ces grottes et le long d'une ligne qui se maintient horizontale à environ 80^m d'altitude, il y a une série de trous de lithodomes indiquant l'ancienne ligne de plage » (Baldacci).

Éloignons-nous maintenant de Palerme et suivons la côte à l'Est, vers Altavilla et Torre Colonna. Ici le rivage est dominé par un ressaut en pente raide haut de 70^m-80^m; si on le gravit, on se trouve sur une zone de plateaux extrêmement bien marqués dans la topographie et en pente très douce vers la mer; leur surface est occupée par des formations de transport, avec gros galets bien roulés : de toute évidence, on a là une ancienne *plaine côtière* qui, entaillée par les torrents, s'est transformée en une série de plateaux tous à l'altitude de 90^m-100^m environ (piani d'Aci, di Sperone, Olivi, etc.). Leur soubassement est formé, soit par les calcaires secondaires, soit par les couches ondulées du Pliocène ancien : ainsi, à Buonfornello, les conglomérats grossiers du plateau de 100^m ravinent les marnes du Pliocène ancien de grande profondeur (ici 1000^m, d'après de Amicis); plus près d'Altavilla, le soubassement est formé par des sables et grès pliocènes à *Pecten scabrellus*, *P. flabelliformis*, etc.; mais, en se rapprochant du bassin palermitain, on

voit apparaître sur le bord de ces plateaux une mince zone de roches gréso-calcaires qui, d'un côté, passent latéralement aux conglomérats des plateaux et, de l'autre, viennent se relier d'une manière continue (Altavilla, Bagheria) avec les dépôts siciliens de Palerme.

Cette plaine côtière est donc d'âge sicilien : elle nous permet de retrouver ici avec certitude les rivages d'une mer sicilienne à une altitude de 90^{m}-100^{m}.

D'autre part, les dépôts siciliens peuvent reposer sur n'importe quelle formation antérieure : on l'a vu pour le facies continental ou subcontinental des plaines côtières ; cela est aussi vrai pour le Sicilien marin, car, dans la Conca d'Oro, il est limité soit par l'Éocène, soit par les calcaires secondaires : plusieurs forages ont même montré ces calcaires sous le Sicilien marin (renseignements de M. de Gregorio). Le Sicilien est donc transgressif; il représente un cycle sédimentaire complet (vases profondes, sables littoraux conglomérats continentaux) et bien distinct de celui du Pliocène, qu'il ravine.

D'ailleurs, la plaine côtière décrite près de Palerme peut être suivie sur toute la côte nord de la Sicile, où elle forme un *gradin à l'altitude constante* de 80^{m}-100^{m} qui avait déjà frappé l'ingénieur Baldacci. Nous la retrouvons en particulier à l'entrée nord du détroit de Messine, et là, à Mortelle, les formations côtières et fossilifères du Sicilien reposent *en discordance* sur les couches inclinées d'un puissant ensemble de graviers marins rapportés par les géologues italiens au quaternaire, mais faisant en réalité partie du cycle sédimentaire pliocène. J'ajouterai que l'étude du reste de la Sicile et des côtes de la Calabre m'a conduit à des conclusions analogues, sauf pour la partie centrale du détroit de Messine, où je crois avoir la preuve indubitable de *mouvements locaux* ayant affecté le quaternaire récent. Donc, pour conclure :

1° Les formations de Palerme appartiennent à un cycle sédimentaire distinct de celui du Pliocène et méritent à ce titre d'être gardées comme type d'un étage sicilien bien caractérisé.

2° Par ce fait même, il est naturel de rattacher l'étage sicilien au quaternaire, dont il marquerait la phase initiale, ou premier cycle sédimentaire élémentaire.

3° A Palerme et sur la côte nord de la Sicile, la plaine côtière du Sicilien se retrouve à une altitude constante de 80^{m}-100^{m}.

M. **René Arnoux** adresse une Note intitulée : *Force et puissance de propulsion des hélices aériennes.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 décembre 1908.

The norwegian Aurora Polaris Expedition, 1902-1903. Volume I : *On the cause of magnetic storms and the origin of terrestrial magnetism*, by Kr. Birkeland; first Section. Christiania, 1908; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Darboux. Hommage de l'auteur.)

Σώζειν τὰ φαινόμενα. *Essai sur la notion de théorie physique de Platon à Galilée*, par Pierre Duhem, Correspondant de l'Institut de France. Paris, A. Hermann et fils, 1908; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Les symétrisations organiques partielles d'un sujet à un autre dans les deux types morphologiques humains, par le Dr Guillemin. (Extr. de la *Revue médicale de l'Est*, 1906.) 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Appell. Hommage de l'auteur.)

Recherches astronomiques de l'Observatoire d'Utrecht, III : *Étude sur l'étoile variable* U Gémeaux, par M. J. van der Bilt. Utrecht, J. van Bœkhoven, 1908; 1 vol. in-4°.

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux; 6e série, t. IV; 1er et 2e cahiers. Paris, Gauthier-Villars; Bordeaux, Feret et fils, 1908; 2 vol. in-8°.

Procès-verbaux des séances de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux, année 1907-1908. Paris, Gauthier-Villars; Bordeaux, Feret et fils, 1908; 1 vol. in-8°.

Studien über Blutbildung in dem blutbildenden Organen nach Blutentziehungen

mit besonderer Berücksichtung der Milz, von **Friedrich Freytag**. Iéna, Gustav Fischer, 1908; 1 fasc. in-8°.

Jaarboek van het Departement van Landbouw in Nederlandsch-Indië. 1907. Batavia, 1908; 1 vol. in-8°.

The proceedings and transactions of the Nova Scotia Institute of Sciences; t. XII, part I. Halifax, 1908; 1 fasc. in-8°.

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society; t. LXIX, n° 1, november 1908. Édimbourg; 1 vol. in-8°.

Ion, a journal of electronics, atomistics, ionology, radioactivity and raumchemistry: t. I, fasc. 1, november 1908. Glasgow et Londres; 1 fasc. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 14 décembre 1908.)

Remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées :

Page 1263, ligne 8, *au lieu de* Mme Marguerite Blaise, *lisez* Marguerite Beleze.

FIN DU TOME CENT-QUARANTE-SEPTIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1908.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXLVII.

A

ASTRONOMIE.

B

BACTÉRIOLOGIE.

BIOLOGIE.

BOTANIQUE.

C

CHIMIE AGRICOLE.

CHIMIE ANALYTIQUE.

CHIMIE BIOLOGIQUE.

CHIMIE INORGANIQUE.

CHIMIE ORGANIQUE.

CHIMIE PATHOLOGIQUE.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE.

CHIMIE PHYSIQUE.

CHIMIE VÉGÉTALE.

CRISTALLOGRAPHIE.

E

ÉLECTRICITÉ.

F

G

GÉOLOGIE.

H

I

L

M

MAGNÉTISME.

MATHÉMATIQUES.

MÉCANIQUE.

MÉDECINE.

O

P

PALÉONTOLOGIE.

PHYSIOLOGIE.

R

S

T

U

V

Z

ZOOLOGIE.

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

Y

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
41963 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.

